



TESIS - PM092315

**PERBAIKAN SETTING PARAMETER PERSEDIAAN
SUKU CADANG DENGAN PENDEKATAN
SIMULASI MONTE CARLO
(Studi Kasus di Chevron Indonesia Company)**

Edi Triono
9113201606

Dosen Pembimbing
Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, MEng, PhD.

**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN TEKNOLOGI
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN INDUSTRI
PROGRAM PASCA SARJANA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



THESIS - PM092315

**IMPROVE PARAMETER SETTING OF
SPARE PARTS INVENTORY BY USING
MONTE CARLO SIMULATION APPROACH
(Case Study at Chevron Indonesia Company)**

Edi Triono
9113201606

Lecturer
Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, MEng, PhD.

**STUDY PROGRAM OF MAGISTER MANAGEMENT TECHNOLOGY
INDUSTRY MANAGEMENT SECTOR OF MASTERY
POSTGRADUATE PROGRAM
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

Telah disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Manajemen Teknologi (M.MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

EDI TRIONO
NRP. 9113201606

Tanggal Ujian : 8 April 2016
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh :

1. Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Ph.D
NIP: 196901071994121001

(Pembimbing)

2. Prof. Iwan Vanany, ST, MT, Ph.D
NIP: 197109271999031002

(Penguji)

3. Dr. Indung Sudarso, ST, MT
NIDN. 0727115201

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., PhD
NIP. 19601202 198701 1 001



**LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : Edi Triono
Nrp. : 9113201606
Jurusan / Fak. : Manajemen Industri / MMT
Alamat kontak : Jl Bagawanta Bhari II No 7 Kediri
a. Email : edit_tri@yahoo.com
b. Telp/HP : 081233083400

Menyatakan bahwa semua data yang saya *upload* di Digital Library ITS merupakan hasil final (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah disahkan oleh dosen penguji. Apabila dikemudian hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi.

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-Exclusive Royalti-Free Right*) kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Perbaikan Setting Parameter Persediaan Suku Cadang dengan Pendekatan Simulasi Monte Carlo
(Studi Kasus di Chevron Indoensia Company)

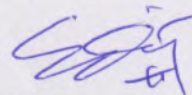
Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya Ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Surabaya

Pada tanggal : 18 Juli 2016

Yang menyatakan,



Edi Triono

Nrp. 9113201606



Dosen Pembimbing 1

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, MEng, PhD.

NIP. 196901071994121001

KETERANGAN :

Tanda tangan pembimbing wajib dibubuhi stempel jurusan.

Form dicetak dan diserahkan di bagian Pengadaan saat mengumpulkan hard copy TA/Tesis/Disertasi.

**PERBAIKAN *SETTING* PARAMETER PERSEDIAAN
SUKU CADANG DENGAN PENDEKATAN SIMULASI
MONTE CARLO
(Studi kasus Chevron Indonesia Company)**

Nama Mahasiswa : Edi Triono
NRP : 9113201606
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, MEng, PhD

ABSTRAK

Chevron Indonesia Company merupakan salah satu industri minyak dan gas yang beroperasi di wilayah Kalimantan Timur. Kebutuhan material-material *Material Repair & Operation (MRO)* diatur oleh departemen *Supply Chain Management*. Tingginya nilai *Inventory*, serta nilai material yang masuk kategori *slow moving* masih cukup besar maka diperlukan strategi yang tepat dalam pengendalian dan pengontrolan persediaan suku cadang agar bisa efektif dan efisien.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi *Monte Carlo* untuk menentukan nilai-nilai parameter yang terkait dengan pengelolaan persediaan suku cadang. Model dasar yang digunakan adalah model (R, s, S) yaitu model *base stock* dengan *periodic review*. Langkah awal perhitungan nilai s dan S menggunakan rumus yang mengakomodasi permintaan berdistribusi normal. Karena sifat normalitas biasanya tidak terpenuhi, maka simulasi akan digunakan untuk memperbaiki nilai-nilai awal yang diperoleh.

Penentuan parameter persediaan dengan simulasi *Monte Carlo* dan model (R, s, S) menghasilkan suatu peramalan persediaan suku cadang di industri minyak dan gas bumi dengan biaya persediaan yang lebih rendah serta didapatkan *service level* yang lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi *existing*.

Kata kunci : *Inventory, Monte Carlo, Base Stock, Periodic Review.*

**IMPROVE PARAMETER *SETTING* OF
SPARE PARTS INVENTORY BY USING
MONTE CARLO SIMULATION APPROACH
(Case Study at Chevron Indonesia Company)**

Name of Student : Edi Triono
NRP : 9113201606
Supervisor : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, MEng, PhD

ABSTRACT

Chevron Indonesia Company is one of the oil and gas industry that doing its operation on East Kalimantan area. Material needs for *Material Repair & Operation (MRO)* under controlling *Supply Chain Management* department. The high cost of *Inventory*, an also high cost for *slow moving* materials, it needs the right strategy for controlling spare parts inventory to be effective and efficient.

Monte Carlo simulation to be used in the research to determine parameter values associated with the management of spare parts inventory. The model (R, s, S) or *base stock* with *periodic review* model to be used as the basic model. Initially, calculation for s and S value using formula that accommodate the demand of normal distribution. Because of normality usually not fulfilled, then the simulation is used to improve initial values obtained.

Determination of inventory parameter with Monte Carlo simulation and models (R, s, S) produces a forecasting inventory of spare parts in the oil and gas industry with lower inventory cost and obtain higher service level than the existing condition.

Key word : *Inventory, Monte Carlo, Base Stock, Periodic Review.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
1.6 Sistematika Penelitian.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Konsep Persediaan.....	9
2.1.1 Kebutuhan dan Klasifikasi Material.....	9
2.1.2 Klasifikasi Persediaan.....	12
2.1.3 Biaya-Biaya Persediaan.....	15
2.2 Konsep Pengendalian Suku Cadang.....	16
2.3 Mekanisme Pengendalian Persediaan Suku Cadang.....	18
2.3.1 Sistem Persediaan Deterministik.....	18
2.3.2 Sistem Persediaan Probabilistik.....	19
2.4 Periodic Review in an Order Point, Order Up To Level System.....	22
2.5 Analisa FNS.....	24
2.6 Simulasi Monte Carlo.....	25
2.6 Penelitian Terdahulu.....	28
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	31
3.1 Studi Lapangan.....	32

3.2 Studi Kasus dan Pengumpulan Data.....	32
3.3 Pengolahan Data.....	32
3.3.1 Setting Parameter.....	33
3.3.2 Generate Random Data.....	34
3.3.3 Simulasi Persediaan.....	34
3.4 Analisa dan Pembahasan.....	35
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	37
4.2 Manajemen Persediaan di Chevron Indonesia Company.....	38
4.2.1 Branchplant di Chevron Indonesia Company.....	40
4.3 Pengumpulan Data.....	42
4.3.1 Uji Normalitas Data.....	43
4.3.2 Data Lead Time.....	44
4.3.3 Biaya Pemesanan (<i>Ordering Cost</i>).....	44
4.3.4 Biaya Penyimpanan (<i>Holding Cost</i>).....	44
4.4 Pengolahan Data.....	45
4.4.1 Perhitungan Persediaan dan Pemesanan dengan kondisi Existing.....	46
4.4.2 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan dengan (R, s, S) System.....	49
4.4.2.1 Pembangkitan Bilangan Acak.....	50
4.4.2.2 Validasi Data Pembangkitan Bilangan Acak.....	58
4.4.2.3 Setting Parameter Input.....	60
4.4.2.4 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN212068.....	61
4.4.2.5 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN230139.....	66
4.4.2.6 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN243448.....	68
4.4.2.7 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN211240.....	69
4.4.2.8 Simulasi Perhitungan Persediaan dan	

Pemesanan IN213347.....	71
4.4.2.9 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN212829.....	73
4.4.2.10 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN213485.....	74
4.4.2.11 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN210114.....	76
4.5 Analisa Hasil Perhitungan.....	78
4.5.1 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model <i>Base Stock</i> <i>Periodic Review</i> (R, s, S) Suku Cadang IN212068.....	78
4.5.2 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model <i>Base Stock</i> <i>Periodic Review</i> (R, s, S) Suku Cadang IN230139.....	78
4.5.3 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model <i>Base Stock</i> <i>Periodic Review</i> (R, s, S) Suku Cadang IN243448.....	79
4.5.4 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model <i>Base Stock</i> <i>Periodic Review</i> (R, s, S) Suku Cadang IN211240.....	80
4.5.5 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model <i>Base Stock</i> <i>Periodic Review</i> (R, s, S) Suku Cadang IN213347.....	80
4.5.6 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model <i>Base Stock</i> <i>Periodic Review</i> (R, s, S) Suku Cadang IN212829.....	81
4.5.7 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model <i>Base Stock</i> <i>Periodic Review</i> (R, s, S) Suku Cadang IN213485.....	82
4.5.8 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model <i>Base Stock</i> <i>Periodic Review</i> (R, s, S) Suku Cadang IN210114.....	82

4.6 Pembahasan.....	78
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	85
6.1 Kesimpulan.....	85
6.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR TABEL

BAB 1

Tabel 1.1 Komoditi Material <i>Maintenance Repair</i>	4
---	---

BAB 4

Tabel 4.1 Sample data material persediaan.....	42
Tabel 4.2 <i>History</i> Data Pemakaian Material Jan 11 – Des 15.....	42
Tabel 4.3 Tabel Hasil Uji Normalitas dari Sampel Data.....	44
Tabel 4.4 Rincian <i>Holding Cost</i>	45
Tabel 4.5 Tabel Hasil Perhitungan Biaya Persediaan.....	45
Tabel 4.6 Perhitungan Persediaan dan Pemesanan 212068 kondisi <i>existing</i>	47
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Biaya Persediaan dan <i>Service Level</i> Kondisi <i>Existing</i>	49
Tabel 4.8 Frekuensi Nilai Parameter dengan Monte Carlo.....	50
Tabel 4.9 Frekuensi dan Probabilitas Kumulatif Monte Carlo.....	51
Tabel 4.10 Nilai Kelas Monte Carlo.....	51
Tabel 4.11 <i>Generate Random</i> Monte Carlo.....	52
Tabel 4.12 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak dengan Monte Carlo.....	52
Tabel 4.13 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 212068 (Unit).....	52
Tabel 4.14 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 230139 (Unit).....	53
Tabel 4.15 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 243448 (Unit).....	54
Tabel 4.16 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 211240 (Unit).....	54
Tabel 4.17 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 213347 (Unit).....	55
Tabel 4.18 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 212829 (Unit).....	56
Tabel 4.19 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 213485 (Unit).....	57
Tabel 4.20 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 210114 (Unit).....	59
Tabel 4.21 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi IN 212068 (Unit).....	59
Tabel 4.22 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi IN 230139 (Unit).....	59
Tabel 4.23 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi IN 243448 (Unit).....	59

Tabel 4.24 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi IN 211240 (Unit).....	59
Tabel 4.25 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi IN 213347 (Unit).....	59
Tabel 4.26 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi IN 212829 (Unit).....	59
Tabel 4.27 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi IN 213485 (Unit).....	60
Tabel 4.28 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi IN 210114 (Unit).....	60
Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Parameter <i>Input</i> (Unit).....	61
Tabel 4.30 Simulasi Persediaan dan Pemesanan IN212068 ($s = 13$, $S = 34$).....	61
Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN212068.....	63
Tabel 4.32 Contoh Simulasi Data <i>Demand</i> Replikasi 1.....	64
Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Simulasi IN212068.....	66
Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN230139.....	66
Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Simulasi IN230139.....	67
Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN243448.....	68
Tabel 4.37 Hasil Perhitungan Simulasi IN230139.....	69
Tabel 4.38 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN211240.....	70
Tabel 4.39 Hasil Perhitungan Simulasi IN211240.....	71
Tabel 4.40 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN213347.....	71
Tabel 4.41 Hasil Perhitungan Simulasi IN213347.....	72
Tabel 4.42 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN212829.....	73
Tabel 4.43 Hasil Perhitungan Simulasi IN212829.....	74
Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN213485.....	75
Tabel 4.45 Hasil Perhitungan Simulasi IN213485.....	75
Tabel 4.46 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN2110114.....	76
Tabel 4.47 Hasil Perhitungan Simulasi IN210114.....	77

DAFTAR GRAFIK

BAB 1

Grafik 1.1 Nilai Inventory CCo Tahun 2011 - 2015.....	3
Grafik 1.2 KLO Inventory Tahun 2014.....	3
Grafik 1.3 Slow Moving Inventory Tahun 2014.....	4

DAFTAR GAMBAR

BAB 2

Gambar 2.1 Item Demand Pattern.....	10
Gambar 2.2 Model Persediaan Ideal.....	19
Gambar 2.3 Model Persediaan pada masa sekarang.....	20
Gambar 2.4 <i>Periodic review (R,s,S) system</i>	22
Gambar 2.5 Skema Prinsip Dasar Simulasi Monte Carlo.....	26
Gambar 2.6 Model simulasi Monte Carlo.....	27

BAB 3

Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	31
Gambar 3.2 Diagram Alur Simulasi Monte Carlo.....	33
Gambar 3.3 Diagram Alir Keputusan Pemesanan.....	35

BAB 4

Gambar 4.1 Struktur Organisasi SCM KLO	38
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> pengadaan material stock untuk <i>branchplant</i> CCo.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Normalitas Data.....	89
Lampiran 2 Perhitungan Persediaan dan Pemesanan dengan Kondisi Existing.....	93
Lampiran 3 Validasi Data Pembangkitan Bilangan Acak.....	104

BAB 1

PENDAHULUAN

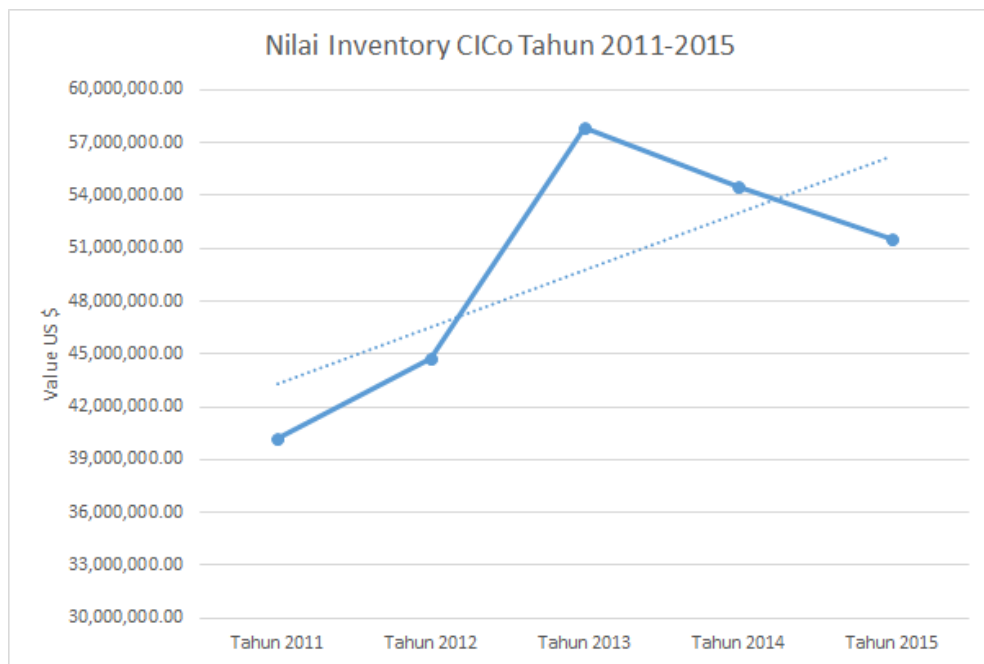
Pada bab ini, akan dijelaskan latar belakang penelitian tesis. Setelah itu akan dijabarkan mengenai permasalahan dari penelitian yang akan dihadapi, tujuan, manfaat, dan ruang lingkup penelitian dalam hal batasan dan asumsi yang akan digunakan.

1.1 Latar Belakang

Persediaan di sepanjang supply chain memiliki implikasi yang besar terhadap kinerja finansial suatu perusahaan. Banyak perusahaan yang memiliki nilai persediaannya melebihi 25% dari nilai keseluruhan asset yang dimiliki (Pujawan, 2010). Manajemen persediaan suku cadang yang efektif adalah sangat penting bagi banyak perusahaan, dari perusahaan manufaktur padat modal seperti manufaktur mobil, pabrik kimia, perusahaan telekomunikasi dan penerbangan serta perusahaan minyak dan gas bumi. Berbeda dengan system *Work-in-process* (WIP) dan ketersediaan produk jadi yang di dorong oleh proses produksi dan permintaan pelanggan, ketersediaan suku cadang adalah untuk mendukung kegiatan pemeliharaan dan mencegah peralatan terhadap kerusakan. Walaupun fungsi ini difahami dengan baik oleh seorang manajer *maintenance*, banyak perusahaan menghadapi tantangan dalam menjaga ketersediaan suku cadang dalam jumlah besar dan biaya penyimpanan serta keausan yang tinggi. Sehingga analisa biaya yang efektif menjadi alat yang penting dalam menentukan ketersediaan suku cadang (Porras, 2005). Namun sulitnya menentukan strategi dan metode yang tepat menjadi bagian dalam pengaturan suku cadang, seperti kondisi suku cadang yang sangat lambat bergerak dengan pola permintaan acak dan tidak menentu selain itu juga letak demografi dan lokasi yang jauh dan sulit dari akses transportasi. Acaknya permintaan ini sebenarnya didasari dari kondisi operasi yang sangat bervariasi, mulai dari segi *safety*, keausan, kehandalan, kondisi lingkungan, *Lost Product Opportunity (LPO)*, *maintenance strategy* dan lain lain (Dwianto, 2010).

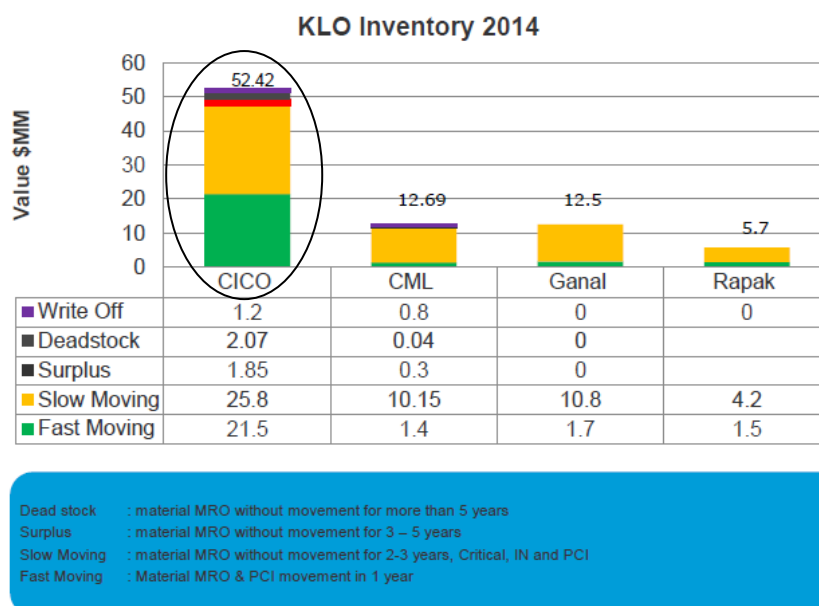
Dalam rangka memastikan proses produksinya tidak terhambat, industri minyak dan gas bumi Indonesia terus berupaya meningkatkan kinerja dan mengatasi berbagai masalah berkaitan dengan kendala geografis, regulasi pemerintah, kualitas ketersediaan resource dalam negeri dan lain lain khususnya dalam penyediaan suku cadang untuk keperluan perbaikan dan operasional perusahaan. Tingginya biaya *inventory*, munculnya *shortage cost* bila suku cadang yang diperlukan tidak tersedia serta sulitnya menjaga ketersediaan suku cadang dalam jumlah besar dan bervariasi memerlukan strategi pengontrolan suku cadang yang tepat sehingga berbagai macam strategi dilakukan oleh masing-masing perusahaan dalam rangka mengatur dan menjaga ketersediaan suku cadang tersebut.

Chevron Indonesia Company (CICo) merupakan salah satu industri minyak dan gas di Indonesia. Daerah operasinya berada di wilayah Kalimantan Timur dan telah beroperasi sejak tahun 1972. Secara umum daerah operasi CICo terbagi dua yaitu operasi daerah Utara dan Selatan. Operasi daerah Utara menghasilkan gas yang dialirkan ke Bontang menjadi suplai bagi PT. Badak LNG dan PT Pupuk Kaltim, sedangkan minyaknya dikirimkan melalui kapal kapal tanker untuk memenuhi pasar domestik dan internasional. Operasi daerah selatan menghasilkan minyak dan gas yang dialirkan ke kilang minyak pertamina di Balikpapan, dan sisanya dikapalkan untuk pasar domestik dan internasional. Kebutuhan barang- barang *Maintenance Repair & Operation (MRO)* serta kebutuhan untuk *Capital Project* diatur oleh departemen Supply Chain Management melalui bagian *Inventory Management*, *Procurement*, dan *Warehouse*. Sepanjang tahun 2011 – 2015, nilai *Inventory* di Chevron Indonesia Company (CICo) mengalami peningkatan yang cukup besar dari sekitar rata-rata \$ 40 juta di tahun 2011 menjadi sekitar rata-rata \$ 50 juta di tahun 2015. Grafik 1.1 di bawah ini menunjukkan nilai *Inventory* CICo di tahun 2011 – 2015.



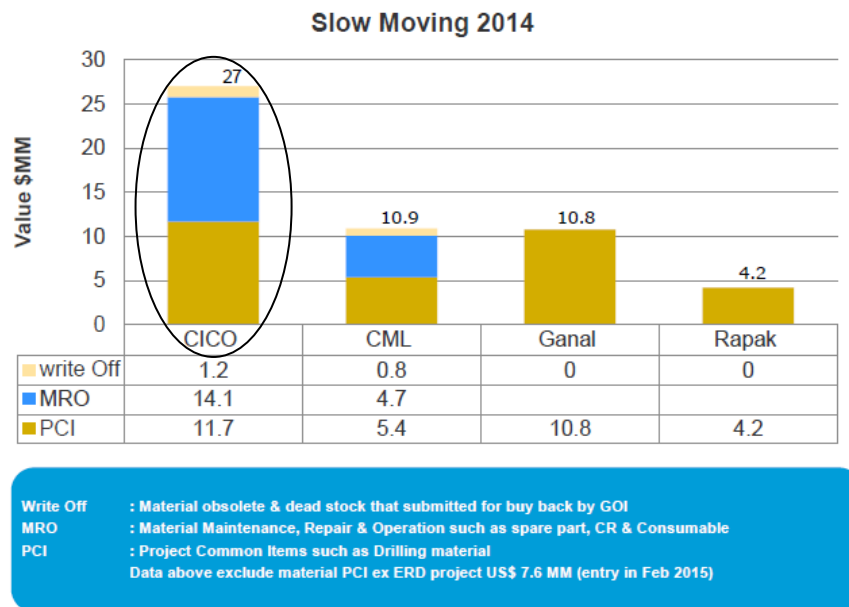
Grafik 1.1 Nilai Inventory CICO Tahun 2011 - 2015

Di sisi lain, dari performance *Inventory* di tahun 2014, material-material yang masuk kategori *deadstock*, *surplus*, dan *slow moving* masih cukup besar sesuai dengan grafik 1.2 di bawah ini.



Grafik1.2 KLO Inventory Tahun 2014

Sesuai grafik 1.2 tersebut, nilai *Inventory* untuk material-material yang masuk kategori *deadstock*, *surplus*, dan *slow moving* untuk CICO masih tinggi yaitu sekitar \$ 29,72 juta (atau sekitar 54,6%) dari total *Inventory* sebesar \$52,42 juta.



Grafik1.3 Slow Moving Inventory Tahun 2014

Sedangkan material yang masuk kategori *slow moving*, sebagian besar merupakan material yang masuk kategori material *Maintenance Repair & Operation (MRO)* sebesar \$14,1 juta seperti ditunjukkan oleh Grafik 1.3. Dengan nilai *inventory* yang semakin besar serta masih besarnya nilai material yang masuk kategori *slow moving* maka diperlukan strategi yang tepat dalam pengendalian dan pengontrolan material persediaan agar bisa efektif dan efisien.

Di dalam pengelolaan persediaan suku cadang untuk material yang masuk kategori material *Maintenance Repair*, CICO mengklasifikasikan material-material tersebut dalam beberapa *commodity item*, yaitu:

Tabel 1.1 Komoditi Material *Maintenance Repair*

Commodity	Description	Total Item
14	Instrumentation & Parts	1483
50	Bearings & Accessories	319
51	Electrical	1351
53	Fittings	1223
54	Gaskets, Seals & Packing	819
57	Hoses & Parts	81
60	Pipe & Tubing	121

66	Valves & Parts	620
71	Compressors & Parts	1517
72	Filtration & Supplies	198
76	Pumps & Parts	967
78	Turbines & Parts (SOLAR)	3757
87	Engines & Parts	934

Salahsatu strategi pengelolaan dan pengadaan suku cadang berdasarkan pada *maintenance strategy* yaitu pada kegiatan *Preventive Maintenance (PM)* dari peralatan (*equipment*) produksi. Hal ini dikarenakan dalam setiap kegiatan *Preventive Maintenance (PM)* meliputi juga mengenai *schedule* penggantian suku cadang dari *equipment* yang dilakukan kegiatan perawatan rutin tersebut, sehingga persediaan suku cadang yang direncanakan mengikuti perencanaan dari kegiatan PM dari *equipment*. Hal ini memudahkan departemen SCM dalam mengelola dan mengontrol suku cadang tersebut karena permintaan suku cadang mengikuti pola distribusi yang standar seperti distribusi normal. Beberapa *commodity* dari table 1.1 di atas yang didasarkan pada aktivitas pemeliharaan berkala antara lain: *Compressors & Parts (71)*, *Pump & Parts (76)*, *Turbines & Parts (SOLAR) (78)*, *Filtration & Supplies*, dan *Engines & Parts (87)*.

Sedangkan suku cadang dari selain 5 *commodity* tersebut, permintaannya biasanya tidak mengikuti pola distribusi yang standar, hal ini dikarenakan *equipment* dari suku cadang tersebut tidak memiliki jadwal perawatan berkala atau suku cadang tersebut tidak masuk dalam *schedule* penggantian rutin suku cadang setiap pemeliharaan berkala, selain itu juga ada suku cadang yang tidak terpasang di *equipment* tertentu. Pola pemakaiannya biasanya memakai pola *run to failure* (akan diganti ketika suku cadang sudah tidak berfungsi dengan baik atau rusak). Strategi pengelolaan suku cadang yang masuk kategori ini biasanya didasarkan pada *history* pemakaian di tahun sebelumnya, sehingga persediaannya terkadang mengalami *overstock* atau juga mengalami *shortage*. Hal ini dikarenakan umur pemakaian suku cadang tersebut tergantung kondisi operasi, kondisi lingkungan tempat terpasangnya suku cadang tersebut, kualitas dari suku cadang, dan lain-lain. *Commodity* yang tergolong dalam kategori ini adalah: *Instrumentation & Parts (14)*, *Bearings & Accessories (50)*, *Electrical (51)*,

Fittings (53), *Gaskets, Seals & Packing* (54), *Hoses & Parts* (57), *Pipe & Tubing* (60), dan *Valves & Parts* (66). Suku cadang yang tergolong dalam salahsatu dari 8 *commodity* ini akan dijadikan sebagai obyek penelitian dalam hal perancangan suatu system persediaan suku cadang dengan menggunakan model base-stock periodic review dan simulasi Monte Carlo untuk memperbaiki parameter-parameter persediaan suku cadang di CICO. Metode simulasi Monte Carlo adalah suatu metode untuk mengevaluasi suatu model deterministik yang melibatkan bilangan acak sebagai salah satu input. Bilangan acak dalam penelitian ini adalah *history* pemakaian suku cadang yang tidak mengikuti pola distribusi yang standar. Istilah Monte Carlo sering dianggap sama dengan simulasi probabilistik. Namun Monte Carlo Sampling secara lebih tegas berarti teknik memilih angka secara acak dari distribusi probabilitas untuk menjalankan simulasi. Labeau dan Zio (2002) menyatakan bahwa simulasi Monte Carlo mampu menghasilkan analisis kehandalan dan ketersediaan dari suatu sistem yang kompleks. Lebih lanjut lagi, Labeau dan Zio (2012) menyatakan bahwa simulasi *Monte Carlo* merupakan metode yang mempunyai fleksibilitas yang tinggi dan membutuhkan pembatasan asumsi-asumsi yang sedikit, sehingga hasil simulasi yang realistis dapat didapatkan. Dasar dari simulasi Monte Carlo adalah percobaan elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel random (acak).

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan nilai-nilai parameter persediaan suku cadang (dalam hal ini adalah nilai *reorder point* dan nilai *maximum inventory*) untuk memenuhi tingkat persediaan (availability) tertentu mengingat permintaan suku cadang biasanya tidak mengikuti pola distribusi yang standar, seperti distribusi normal dan distribusi poisson.
2. Bagaimana mengkuantifikasikan dampak dari perubahan nilai-nilai parameter persediaan terhadap *service level* dan biaya-biaya yang terjadi.

Pendekatan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah simulasi Monte Carlo dan model persediaan base-stock dengan periodic review.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Menentukan nilai-nilai parameter persediaan (s , S) dari suku cadang untuk memenuhi tingkat persediaan (availability) tertentu dan dengan biaya yang ekonomis.
2. Mengkuantifikasikan dampak dari perubahan nilai-nilai parameter persediaan terhadap *service level* dan biaya-biaya yang terjadi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tesis ini adalah memberikan masukan pada industry minyak dan gas bumi untuk menentukan strategi pengelolaan suku cadang, sehingga kegiatan pemenuhan suku cadang dapat dilakukan secara optimal.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang menjadi batasan dalam penelitian meliputi :

1. Lingkup permasalahan ketersediaan suku cadang diambil dari salah satu perusahaan minyak di Kalimantan Timur yaitu Chevron Indonesia Company Kalimantan Operation.
2. Data diambil dari *ERP (JDE-E1, Oracle database)* sejak 2011 - 2015.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan ini dibagi kedalam lima bab dengan perincian sebagai berikut :

BAB 1 : Pendahuluan

Bab ini membahas tentang hal yang menjadi latar belakang perlunya strategi yang tepat dalam menentukan manajemen ketersediaan suku cadang, berkaitan dengan pola kerja perusahaan minyak di Kalimantan Timur untuk daerah operasi terpencil.

BAB 2 : Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas tentang studi literatur dan hal hal yang mendasari penelitian, serta penjelasan studi kasus dan kondisi yang ada pada perusahaan minyak Chevron Indonesia Company di Kalimantan.

BAB 3 : Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang metodologi dan tahapan pengolahan data dan analisa hasil secara terperinci.

BAB 4 : Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang contoh aplikasi simulasi Monte Carlo pada perusahaan minyak di Kalimantan Timur dan membuat evaluasi terhadap hasil yang didapatkan.

BAB 5 : Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian, serta saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini teori sebagai acuan dalam melakukan penelitian dijelaskan beberapa hal yang menjadi dasar teori sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Sehingga dengan tinjauan pustaka ini, diharapkan akan menjadi pembanding yang jelas antara fakta yang ada di lapangan dan hal yang akan dihadapi pada penelitian ini.

2.1 Konsep Persediaan

Manajemen rantai suplai dianggap sebagai suatu strategi yang bertujuan untuk kelancaran arus produk dari titik produksi ke titik konsumsi secara efisien. Hal ini dimungkinkan dengan mengurangi persediaan, pengiriman produk yang lebih sering, dengan meningkatkan kualitas pelayanan kepada pelanggan, dengan mengurangi biaya logistik secara keseluruhan dan meningkatkan efisiensi pada waktu yang sama. Manajemen rantai suplai didasarkan pada perencanaan yang akurat, aliran informasi dan koordinasi dengan para mitra. Formasi rantai pasokan meliputi organisasi dari suatu industri yang menghasilkan dan meneruskan produk mereka sampai ke simpul berikutnya dari rantai pasokan yang dianggap sebagai pelanggan mereka.

2.1.1. Kebutuhan dan Klasifikasi Material

Kebutuhan akan suatu material dapat diketahui dari pola pemakaian material. Sesuai dengan pemakaiannya, maka material dapat dibagi menjadi 2 yaitu: (Hidayat, 2012)

- *Continuous*

Adalah material yang pola pemakaiannya selalu dipakai setiap bulan

- *Intermittent.*

Adalah material yang pola pemakaiannya tidak selalu dipakai setiap bulan.

Menurut Ghobbar (2002) material yang mempunyai pola pemakaian *continuous* termasuk dalam golongan jenis material *fast moving*. Sedangkan untuk material

yang mempunyai pola pemakaian *intermittent* dapat dibagi menjadi 4 klasifikasi, yaitu:

a. *Intermittent demand*

Merupakan klasifikasi material yang permintaannya bersifat acak atau banyak periode tanpa permintaan.

b. *Erratic demand*

Merupakan klasifikasi material yang permintaannya bersifat tidak menentu dan juga ditandai dengan variasi ukuran permintaan per periode tinggi.

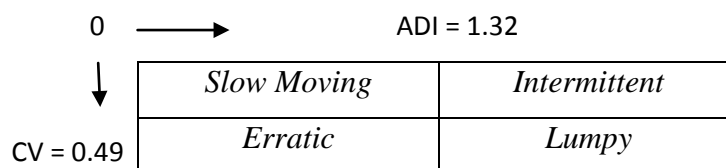
c. *Lumpy demand*

Merupakan klasifikasi material yang permintaannya mempunyai pola permintaan nol secara acak dalam jangka waktu yang panjang.

d. *Slow moving*

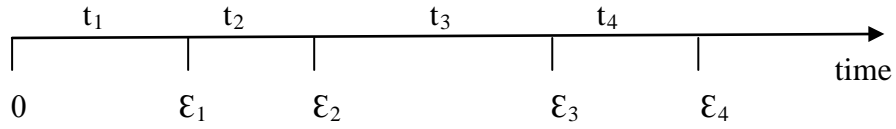
Merupakan klasifikasi material yang permintaannya tidak mempunyai variasi besar antara interval kebutuhan dan kuantitas permintaan.

Menurut Ghobbar (2002), sebuah pendekatan untuk mengkategorikan *intermittent demand* dipengaruhi oleh dua parameter yaitu *coefficient of variation* (CV) dan *average demand interval* (ADI). ADI merupakan rentang waktu antar terjadinya *demand* dan *coefficient of variation* (CV). Nilai batasan untuk CV dan ADI dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Item Demand Pattern
(Ghobbar, 2002)

Untuk menentukan nilai CV dan ADI dapat dihasilkan dengan menggunakan sebuah rumusan yang ditunjukkan pada gambar 2.2 di bawah ini.



ϵ_i = consumption of spare part (pieces)
 t_i = interval between two consecutive demands

Gambar 2.2 Contoh pemakaian intermittent dari material

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \dots\dots\dots (2-1)$$

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\epsilon_i - \epsilon)^2}{N}}}{\epsilon} \dots\dots\dots (2-2)$$

dimana:

$$\epsilon = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_i}{N} \dots\dots\dots (2-3)$$

sedangkan:

nilai N untuk ADI merupakan jumlah periode (bulan) tanpa nilai 0

nilai N untuk CV merupakan keseluruhan jumlah periode.

Untuk menentukan nilai permintaan material sangat dipengaruhi oleh suatu peramalan. Peramalan dari permintaan adalah hal yang sangat penting dalam perencanaan dan kontrol dari semua bidang yang meliputi logistic, pemasaran, produksi, dan keuangan.

Hal yang penting dalam mengestimasi permintaan adalah menggabungkan antara peramalan, status persediaan, dan perencanaan kebutuhan. (Hidayat, 2012).

2.1.2 Klasifikasi Persediaan

Menurut Heizer dan Render (2008), bahwa material persediaan dibagi menjadi 4 tipe yaitu:

1. Material bahan baku.
2. Material dalam proses persediaan/setengah jadi.
3. Material yang digunakan untuk keperluan (MRO):
 - a. Untuk pemeliharaan.
 - b. Untuk perbaikan.
 - c. Untuk operasi/produksi
4. Material yang sudah jadi produk.

Sedangkan menurut Pujawan dan Mahendrawati (2010), klasifikasi material persediaan dibagi menjadi 3 kelompok:

1. Berdasarkan bentuknya:
 - a. Bahan baku (raw materials)
Merupakan material yang belum mengalami tahapan proses dan merupakan inputan utama dalam proses produksi.
 - b. Barang setengah jadi (Work in Process)
Merupakan material yang sudah mengalami tahapan proses awal, tetapi masih memerlukan tahapan proses berikutnya untuk dapat difungsikan sesuai kebutuhan.
 - c. Produk jadi (finished product)
Merupakan material yang sudah siap untuk difungsikan sesuai kebutuhan (hasil produksi).

Klasifikasi ini biasanya hanya berlaku pada konteks perusahaan manufaktur. Produk jadi yang dihasilkan oleh supplier akan menjadi bahan baku bagi sebuah pabrik perakitan. Jadi dalam konsep supply chain mestinya produk jadi adalah produk yang sudah tidak akan mengalami proses pengolahan lagi dan siap digunakan oleh pemakai akhir. Material spare part (suku cadang) adalah merupakan “material jadi” yang berfungsi sebagai material cadangan dalam kegiatan operasi dan pemeliharaan suatu kegiatan produksi.

2. Berdasarkan fungsinya, persediaan bisa dibedakan menjadi:

- a. Pipeline atau Transit inventory.
Persediaan ini muncul karena lead time pengiriman dari satu tempat ke tempat lain. Barang yang tersimpan di truk sewaktu proses pengiriman adalah salahsatu contohnya. Persediaan ini akan banyak kalau jarak (dan waktu) pengiriman panjang. Jadi persediaan ini dapat dikurangi dengan mempercepat proses pengiriman.
 - b. Cycle stock.
Persediaan ini mempunyai siklus tertentu. Persediaan ini merupakan akibat motif memenuhi skala ekonomi.
 - c. Persediaan pengaman (safety stock).
Persediaan yang berfungsi sebagai perlindungan terhadap ketidakpastian permintaan maupun pasokan. Besar kecilnya persediaan pengaman terkait dengan biaya persediaan dan service level.
 - d. Anticipation Stock.
Persediaan yang dibutuhkan untuk mengantisipasi kenaikan permintaan akibat sifat musiman dari permintaan terhadap suatu produk.
3. Berdasarkan sifat ketergantungan kebutuhan antar satu item dengan item lainnya:
- a. Dependent demand item
Item-item yang kebutuhannya tergantung pada kebutuhan item lain. Yang termasuk dalam kategori ini adalah komponen atau bahan baku yang akan digunakan untuk membuat produk jadi. Kebutuhan bahan baku dan komponen tersebut ditentukan oleh banyaknya jumlah produk jadi yang akan dibuat.
 - b. Independent demand item
Item-item yang kebutuhannya tidak tergantung pada kebutuhan item lain. Produk jadi biasanya tergolong dalam kategori ini karena kebutuhan akan satu produk jadi tidak langsung mempengaruhi kebutuhan produk jadi yang lain.

Dalam rantai pasokan, sangat penting bahwa setiap peserta mengirimkan produk ke node berikutnya di waktu yang mereka butuhkan. Organisasi industri harus bisa mendukung secara berkesinambungan memaksimalkan penggunaan mesin produksi mereka. Dalam hal bahwa mesin produksi rusak dan perlu diperbaiki, perbaikan dan penggunaan suku cadang serta *downtime* harus dikurangi, karena biaya *downtime* dramatis bagi rantai pasokan secara keseluruhan. Sehingga kemudian persediaan suku cadang penting untuk memastikan minimalisasi *downtime* dan biaya terkait. Karena biaya persediaan tersebut mahal, sehingga manajemen persediaan suku cadang menjadi sangat penting dan perkembangan manajemen pengelolaan terus berusaha mengurangi investasi dan meningkatkan kinerja (Danas, Roudsari, & Panaytios, 2006).

Menurut Daryus (2009), suku cadang atau material merupakan bagian pokok yang perlu diperhitungkan dalam pengaruhnya terhadap biaya perawatan. Biaya material dan suku cadang untuk perawatan biasanya berkisar antara 40 sampai 50 persen dari total investasi, termasuk adanya kerugian-kerugian karena kerusakan. Dengan demikian, rata-rata perusahaan mengeluarkan sekitar 15 sampai 25 persen dari total biaya perawatan untuk suku cadang dan material. Oleh karena itu, pemakaian material atau suku cadang direalisasikan sehemat mungkin dan perlu pengontrolan dalam pengelolaannya.

Suku cadang dapat dibagi dalam dua kategori (Botter & Fortuin, 2000):

- *Repairable.*

Suku cadang yang secara teknis memungkinkan diperbaiki dan masih memiliki nilai ekonomis. Apabila terjadi kerusakan *parts* akan diganti yang baru dan yang rusak diperbaiki di pusat perbaikan.

- *Consumable.*

Merupakan suku cadang yang secara teknis dan atau ekonomisnya tidak bisa diperbaiki. Dalam hal terjadi kerusakan maka digantikan dengan yang baru dan unit lama akan dibuang.

Berdasarkan kondisi tingkat perbaikannya maka suku cadang dapat dibagi menjadi beberapa kategori sebagai berikut (Dhamayanti, 2010):

- Non Repairable Item.

Suku cadang yang tidak dapat diperbaiki setelah mengalami satu kali kerusakan.

- Partially Repairable Item.

Dalam suatu peralatan suku cadang dapat diperbaiki atau harus diganti apabila terjadi kerusakan untuk mengembalikan ke performance semula.

- Fully Repairable Item.

Suku cadang yang dapat diperbaiki sepenuhnya setelah mengalami kerusakan dan memiliki performance yang sama seperti semula.

2.1.3 Biaya-Biaya Persediaan

Biaya-biaya yang berpengaruh dalam kegiatan pengendalian persediaan adalah (Hidayat, 2012):

- a. Biaya Pembelian

Adalah harga pembelian per unit item bila item tersebut diperoleh dari sumber eksternal atau biaya produksi per unit bila item tersebut diproduksi secara internal.

- b. Biaya Pengadaan, dibagi menjadi dua:

- Biaya pemesanan (*ordering cost*), semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar.
- Biaya pembuatan (*setup cost*), semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang.

- c. Biaya Penyimpanan

Adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang, yang meliputi biaya memiliki persediaan, biaya usang, biaya kerusakan, dan penyusutan barang, biaya kadaluarsa, biaya asuransi, dan biaya administrasi.

- d. Biaya Kekurangan Persediaan

Adalah biaya atas kerugian karena terganggunya proses produksi dan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan akibat habisnya persediaan, biaya ini dapat diukur dari:

- Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi, diukur dari keuntungan yang hilang karena tidak dapat memenuhi permintaan atau kerugian akibat terhentinya proses produksi.
- Waktu pemenuhan diukur berdasarkan waktu yang diperlukan untuk memenuhi gudang dengan satuan waktu.
- Biaya pengadaan darurat, yaitu biaya yang ditimbulkan akibat dilakukannya pengadaan darurat yang biasanya menimbulkan biaya yang lebih besar dari pengadaan normal.

2.2 Konsep Pengendalian Suku Cadang

Pada dasarnya pengontrolan material atau suku cadang dapat ditentukan sesuai dengan kebutuhan usaha dan kondisi pengoperasiannya. Namun demikian perubahan dapat saja terjadi dan memerlukan pengaturan setiap waktu. Dalam kaitan ini, penting adanya perhatian manajemen untuk pengontrolan material atau suku cadang yang dibutuhkan pada pekerjaan perawatan. Usaha-usaha yang perlu ditangani dalam mengelola dan mengontrol suku cadang mencakup system order, rencana teknik untuk mengganti atau memperbaiki, penanggulangan masalah produk yang berubah karena pengaruh material atau suku cadang, persediaan suku cadang sesuai dengan kebutuhan fasilitas yang akan menggunakannya.

Mayoritas dari tinjauan literatur tentang pengontrolan stok berfokus pada distribusi jaringan dan teknik peramalan yang dapat diandalkan dan digunakan untuk memprediksi permintaan. Dalam persediaan suku cadang, permintaan tidak bisa diprediksi dengan akurat dan pada saat yang sama menyediakan suku cadang adalah sangat mahal. Sistem ERP yang memiliki fungsi secara akurat menghitung *safety stock* dan *forecasting* tidak dapat digunakan untuk mengelola material *slow moving* dengan permintaan yang tak terduga seperti suku cadang (Razi & Tarn, 2003). Dalam pengontrolan suku cadang ada tiga situasi yang harus dibedakan yaitu:

- Suku cadang untuk fasilitas dan system produksi.
- Suku cadang untuk sistem perbaikan yang dipasang pada tempat pelanggan.
- Suku cadang untuk perbaikan di *workshop*.

Dari semua situasi tersebut diatas beberapa pertanyaan dasar yang terus dijawab adalah sebagai berikut:

- Suku cadang apa yang harus disimpan.
- Dimana suku cadang ini harus disimpan
- Berapa banyak unit yang harus disimpan

Manajemen suku cadang harus bisa menemukan jawaban yang nyata dan efisien dari pertanyaan dasar diatas. Sangat sulit untuk mendapatkan metode standar dalam pengaturan ketersediaan suku cadang karena sering bersifat tiba-tiba, konsumsi yang tidak tentu dan rendah sehingga menyulitkan perencanaan kebutuhan sehingga penyediaan suku cadang menjadi mahal dan pelanggan yang sangat menuntut tersedianya suku cadang (Botter & Fortuin, 2000).

Hal yang perlu diperhatikan dalam pengendalian suku cadang adalah bahwa penyimpanan stock tidak terlalu lebih atau tidak terlalu kurang dari kebutuhan. Jumlah maksimum dan minimum penyimpanan suku cadang harus ditentukan secermat mungkin. Faktor-faktor penting yang mendasari pengontrolan suku cadang adalah (Dhamayanti, 2010):

- Persediaan/stok maksimum.
Menunjukkan batas tertinggi penyimpanan suku cadang dengan jumlah yang menguntungkan secara ekonomi.
- Persediaan/stok minimum.
Menunjukkan batas terendah penyimpanan suku cadang dengan batas yang aman. Untuk mengatasi kebutuhan suku cadang di atas batas normal, maka harus selalu ada persediaan dalam jumlah tertentu.
- Standar pemesanan.
Menunjukkan jumlah barang atau suku cadang yang dibeli pada setiap pemesanan. Pemesanan kembali dapat diadakan lagi untuk mencapai jumlah stok yang dibutuhkan.
- Batas pemesanan kembali.
Menunjukkan jumlah barang yang dapat dipakai selama waktu pengadaannya kembali (sampai batas stok minimum). Pada saat jumlah persediaan barang telah mencapai batas pemesanan, maka pemesanan yang baru segera diadakan.

- Waktu pengadaan.

Menunjukkan lamanya waktu pengadaan barang yang dipesan (sejak mulai pemesanan sampai datangnya barang pesanan baru).

2.3 Mekanisme Pengendalian Persediaan Suku Cadang

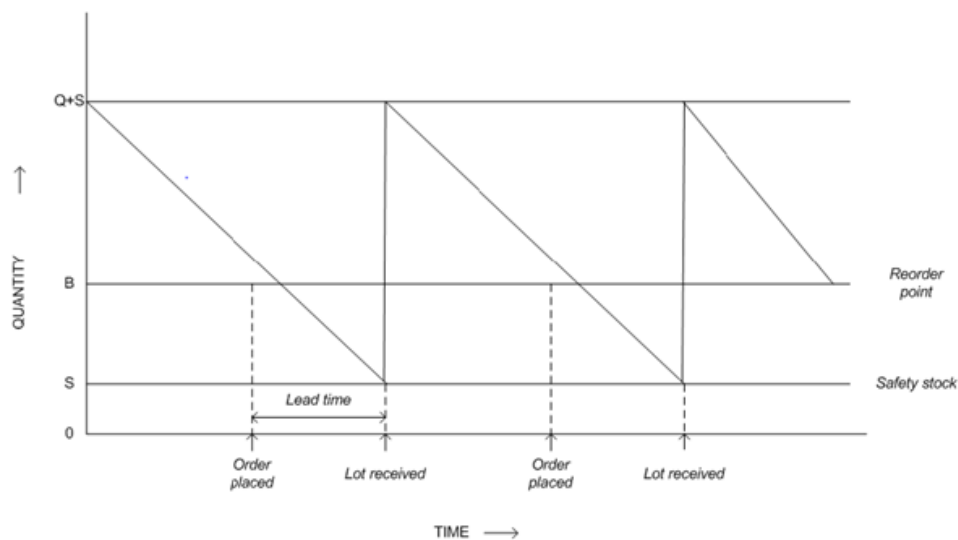
Menurut Silver (1998) dalam melakukan pengendalian persediaan terdapat 3 pertanyaan mendasar:

1. Setiap berapa lama status *inventory* ditetapkan
2. Kapan pemesanan kembali ditempatkan
3. Seberapa besar pemesanan kembali dilakukan

Menurut Silver (1998), sistem pengendalian persediaan dapat dibagi menjadi 2, yaitu sistem persediaan deterministik dan sistem persediaan probabilistik.

2.3.1 Sistem Persediaan Deterministik

Menurut Tersine (1994), model persediaan deterministik adalah system persediaan dimana semua parameter dan variabelnya diketahui secara pasti. Model ini digunakan apabila jumlah permintaan dan *lead time* yang dimiliki adalah konstan. Model persediaan deterministic memudahkan dalam melakukan analisa dan merupakan pendekatan system *inventory* awal, karena merupakan titik awal untuk menggambarkan fenomena *inventory*. Model yang dikembangkan dalam system ini sering disebut sebagai *Lot Sizing Model*. Model *lot size* yang paling sederhana adalah *Economic Order Quantity* (EOQ). Model persediaan ideal dapat dilihat pada Gambar 2.2. Di dalam Gambar 2.2 menunjukkan bahwa pada saat B (*reorder point*) akan dilakukan pemesanan sampai memenuhi titik $Q + S$, dimana Q adalah jumlah permintaan dan S adalah *safety stock*. Perusahaan tidak perlu memiliki persediaan material dikarenakan jumlah permintaan dan *lead time* yang dibutuhkan sama pada setiap waktunya.



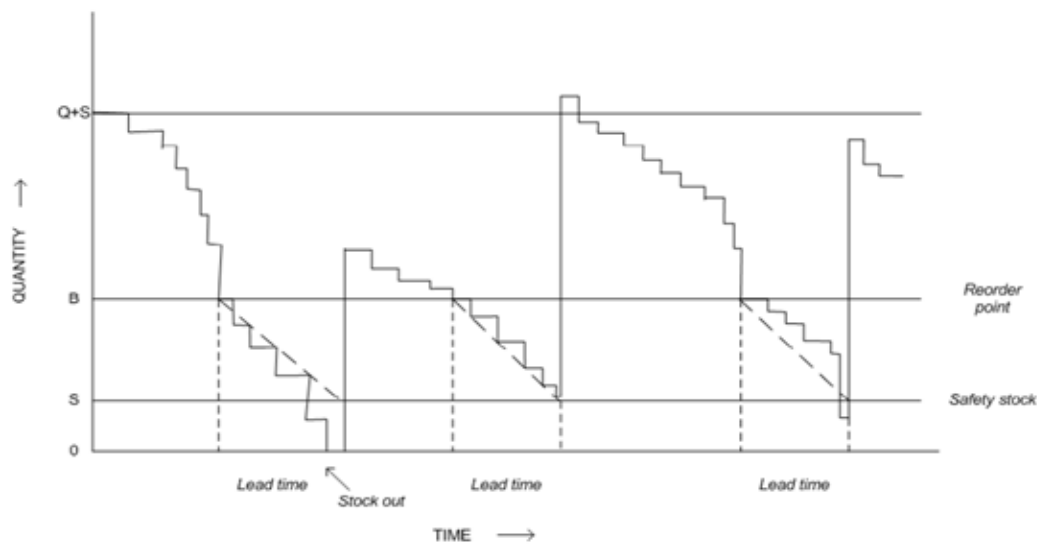
Gambar 2.2 Model Persediaan Ideal
Sumber: Tersine (1994)

Dalam dunia nyata, akan sangat jarang ditemukan situasi dimana seluruh parameter dapat diketahui dengan pasti. Karena itu, akan lebih masuk akal jika digunakan model-model probabilistik yang mempertimbangkan ketidakpastian pada parameter-parameternya. Namun, model deterministik terkadang merupakan pendekatan yang sangat baik, atau paling tidak merupakan langkah awal yang baik untuk menggambarkan fenomena persediaan. Metode dalam sistem persediaan deterministik adalah Silver Meal, Least Unit Cost, Part Period Balacing, dan Wagner Within Algorithm.

2.3.2 Sistem Persediaan Probabilistik

Model persediaan probabilistik adalah model yang menganggap bahwa parameter yang menunjukkan adanya ketidakpastian dan merupakan *variable random*. Dalam sistem persediaan, ketidakpastian ini terutama yang berhubungan dengan jumlah permintaan (*demand quantity*) dan waktu penerimaan (*lead time*). Ketidakpastian permintaan dan waktu pengiriman dapat mengakibatkan kekurangan persediaan (*stock out*). Hal ini akan berdampak tidak terpenuhinya kepuasan pelanggan. Untuk mengantisipasi hal tersebut, dibuat kebijakan untuk mengadakan *safety stock*. Dalam mengukur tingkat ketersediaan bahan baku didasarkan dari tingkat *customer service level*. Menurut Tersine (1994), *customer*

service level adalah kemampuan untuk memenuhi permintaan konsumen dari persediaan yang ada. Nilai *customer service level* ini akan berpengaruh pada *safety stock* yang diharapkan, sehingga dapat meminimalisasi kekurangan persediaan. Kekurangan persediaan terjadi apabila permintaan selama *lead time* melebihi *reorder point*. Model persediaan pada masa sekarang dapat dilihat pada Gambar 2.3. Di dalam Gambar 2.3 menunjukkan bahwa pemesanan dilakukan apabila jumlah persediaan material yang dimiliki sudah mencapai *reorder point*, sehingga waktu pemesanan tidak pasti. Dan apabila *lead time* pengiriman terlalu lama akan menyebabkan perusahaan tidak mampu memenuhi permintaannya (*stock out*).



Gambar 2.3 Model Persediaan pada masa sekarang
Sumber: Tersine (1994)

Untuk menentukan kebijakan persediaan probabilistik dikenal adanya dua metode dasar yaitu *continuous review* dan *periodic review*, sebagai berikut:

a. Sistem Persediaan *Continuous Review*

Dalam sistem persediaan ini, pemesanan dilakukan jika jumlah persediaan mencapai titik pemesanan kembali (*reorder point*) atau dalam arti pemesanan berdasarkan kuantitas yang sama dan memiliki titik pemesanan kembali. Sistem persediaan *continuous review (Q-System)* selalu memonitor tingkat *inventory* secara kontinu. Tujuan dari sistem ini adalah menentukan nilai optimum kuantitas pemesanan (Q) dan *reorder level*-nya (R) yang meminimasi total biaya persediaan yang merupakan jumlah total

biaya persediaan yang merupakan jumlah total dari biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya tidak tersedianya persediaan. Ciri-ciri sistem persediaan *continuous review* adalah:

- Jumlah material yang dipesan untuk setiap pemesanan adalah sama.
- Pemesanan kembali dilakukan apabila persediaan telah mencapai titik pemesanan kembali.
- Besarnya *reorder point* sama dengan jumlah pemakaian selama waktu ancap-ancap ditambah dengan *safety stock*.
- Interval waktu antara pemesanan tidak sama, tergantung pada kecepatan pemakaian material dalam persediaan.

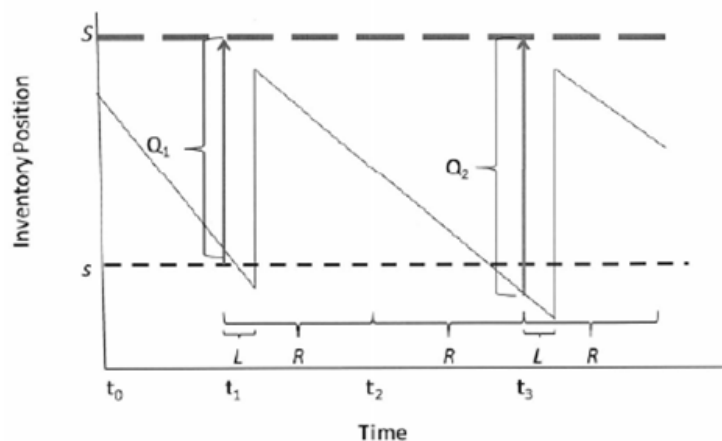
b. Sistem Persediaan *Periodic Review*

Dalam sistem persediaan ini, status persediaan akan diamati pada interval waktu yang tetap. Jumlah persediaan dalam hal ini tidak dipantau terus menerus, melainkan diperiksa pada interval waktu yang telah ditetapkan. Kebijakan *periodic review* (T-System) memonitor dan memantau tingkat interval pada *inventory* pada interval waktu (T) yang sama. Hal ini berarti bahwa periode pemesanan selalu tetap, tetapi kuantitas pemesanannya bervariasi. Tujuan dari sistem ini adalah menentukan nilai optimum periode waktu pemesanan (T), dan nilai persediaan maksimal (S) yang meminimalkan total biaya persediaan. Ciri-ciri sistem persediaan *periodic review* adalah:

- Jumlah material yang dipesan berubah-ubah tergantung permintaan yang sesuai dengan target persediaan.
- Interval waktu pemesanan tetap.
- Jumlah yang dipesan sama dengan persediaan maksimum dikurangi dengan persediaan yang ada di gudang, kemudian ditambah dengan permintaan yang diharapkan selama waktu ancap-ancap.
- *Safety Stock* dilakukan untuk menghadapi fluktuasi kebutuhan dalam masa pemesanan.

2.4 Periodic Review in an Order Point, Order Up To Level System (R, s, S)

Periodic review system adalah suatu model persediaan produk dimana periode/interval pemesanannya tetap, sedangkan jumlah material yang dipesan berdasarkan dari perhitungan jumlah maksimum yang harus dipenuhi (Simchi-Levi dan Kaminsky, 2003). Sistem (R, s, S) merupakan kombinasi antara sistem *order point*, *order up to level* (s, S) dan sistem *periodic review*, *order up to level* (R, S). Dalam pendekatan ini, persediaan ditinjau setiap periode R. Jika tingkat persediaan di atas s, maka tidak dilakukan pemesanan apapun. Jika tingkat persediaan pada atau di bawah s, maka akan dilakukan pemesanan sebanyak Q. Model sistem (R, s, S) dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4 *Periodic review (R,s,S) system*

Sumber: Chalapong (2011)

Pada Gambar 2.4 di atas menggambarkan persediaan untuk tiga periode. Pada t_1 , Q_1 unit dipesan. Pada t_2 , sejak IOH belum mencapai atau berada di bawah s , tidak dilakukan pemesanan apapun. Pemesanan baru tidak dilakukan hingga t_3 dimana Q_2 unit dipesan.

Perhitungan yang digunakan dalam sistem (R, s, S) (Tersine, 1994) ini adalah:

1. *Reorder Point* (ROP)

Reorder point merupakan titik dimana dilakukan pemesanan suku cadang kembali. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kekosongan *stock* material di gudang. Dalam mencari ROP sangat dipengaruhi oleh unsur ketidakpastian dari *lead time*. *Lead time* adalah waktu kedatangan material

sejak dipesan sampai diterima. ROP dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$ROP = (d \times l) + SS \dots\dots\dots (2-4)$$

Dimana:

ROP = *Reorder Point*

d = Permintaan rata-rata per hari

l = Rata-rata *lead time*

SS = *Safety stock*

2. *Maximum Stock*

Maximum stock merupakan jumlah maksimum stok suku cadang.

Maximum stock dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Maximum\ stock = ROP + EOQ \dots\dots\dots (2-5)$$

Dimana:

ROP = *Reorder Point*

EOQ = Ukuran pemesanan

3. *Safety Stock (SS)*

Menurut Pujawan (2010), *safety stock* merupakan persediaan pengaman yang berfungsi untuk melindungi kesalahan dalam memprediksi permintaan selama *lead time*. *Safety stock* akan lebih besar dari rata-rata permintaan. Sehingga *safety stock* akan benar-benar berfungsi jika permintaan sesungguhnya pada suatu periode lebih besar dari rata-rata permintaan. Menurut Krajewski (2002), pengaturan *safety stock* berdasarkan pada *service level* dan investasi *inventory*. Kuantitas *safety stock* harus mencakup lebih dari permintaan normal selama *lead time* dari *replenishment*. Ada beberapa parameter yang harus dipertimbangkan ketika menghitung *safety stock*, seperti kebutuhan permintaan, *lead time* dan target *service level*. *Safety stock* akan sangat mudah didapatkan jika data permintaan selama *lead time* berdistribusi normal. SS dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SS = Z \times S_{dl} \dots\dots\dots (2-6)$$

Dimana:

$SS = \text{Safety stock}$

$Z = \text{Nilai dari service level}$

$S_{dl} = \text{Standar deviasi permintaan selama lead time}$

Besarnya nilai *safety stock* tergantung pada ketidakpastian pasokan maupun permintaan. Pada situasi normal, ketidakpastian pasokan diwakili dengan standar deviasi *lead time* dari *supplier*. Sedangkan ketidakpastian permintaan diwakili dengan standar deviasi besarnya permintaan per periode. Nilai S_{dl} dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$S_{dl} = \sqrt{(d^2 \times s_l^2) + (l \times s_d^2)} \dots\dots\dots (2-7)$$

Dimana:

$d = \text{Permintaan}$

$s_l = \text{Standar deviasi lead time}$

$l = \text{Lead time}$

$s_d = \text{Standar deviasi permintaan}$

2.5 Analisa FNS

Untuk keberhasilan manajemen suku cadang, sangat penting untuk menganalisa persediaan suku cadang yang didasarkan pada berbagai karakteristik seperti frekuensi pemakaian, nilai konsumsi per periode, kekritisan, *lead time*, dan harga barang. Hal ini penting karena tidak mungkin menerapkan pengendalian yang sama pada semua jenis barang dan hal tersebut mungkin tidak akan efektif. Analisis persediaan akan membantu pemilihan kebijakan untuk pengendalian yang dibutuhkan.

Pada prinsipnya analisis FNS ini adalah mengklasifikasikan jenis barang yang didasarkan atas jumlah dan kecepatan pemakaian. Dalam analisis FNS, jenis barang diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu *Fast Moving* (F), *Normal Moving* (N), dan *Slow Moving* (S). Berdasarkan analisis FNS dimana suku cadang dengan jumlah dan kecepatan pemakaian sekitar 70% dari semua jenis suku cadang yang dikelola memiliki pergerakan paling tinggi (*fast moving parts*). Jenis barang tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Jain dan Agarwal, 1980):

1. *Fast Moving* (F)

Terdiri atas jenis barang dengan jumlah dan kecepatan pemakaiannya sekitar 70% dari semua jenis barang yang dikelola.

2. *Normal Moving* (N)

Terdiri atas jenis barang dengan jumlah dan kecepatan pemakaiannya sekitar 20% dari semua jenis barang yang dikelola.

3. *Slow Moving* (S)

Terdiri atas jenis barang dengan jumlah dan kecepatan pemakaiannya sekitar 10% dari semua jenis barang yang dikelola.

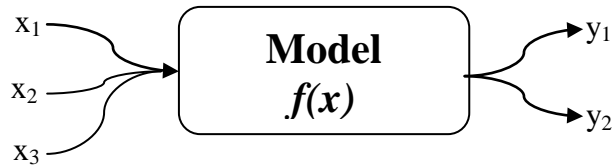
2.6 Simulasi Monte Carlo

Tersine (1994), simulasi merupakan sebuah studi dengan memasukkan manipulasi sebuah model dari suatu sistem dengan tujuan mengevaluasi alternatif desain atau aturan keputusan. Dengan simulasi, percobaan sistem dapat mengurangi resiko kebingungan struktur yang ada dengan perubahan yang tidak mendatangkan keuntungan.

Simulasi Monte Carlo sendiri merupakan simulasi probabilistik, dimana datanya di-*generate* dari bilangan *random*, yang kemudian disusun suatu distribusi probabilitas. Simulasi Monte Carlo dikenal juga dengan istilah *Sampling Simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique*. Simulasi Monte Carlo merupakan metode analisis numerik yang melibatkan pengambilan sampel eksperimen bilangan acak. Metode *Monte Carlo* hanyalah salah satu metode yang dapat dilakukan untuk melakukan analisa propagasi ketidakpastian, dimana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi acak dari parameter masukan peluang kegagalan atau $F(x)$ dari unit atau system yang mempengaruhi kehandalan sistem yang sedang dimodelkan. Ilustrasi variasi acak dari parameter masukan dan pengaruh terhadap kehandalan ditunjukkan pada Gambar 2.4 (Wittwer, 2004). Variabel masukan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ adalah peluang kegagalan komponen, dan masing-masing mempunyai distribusi sembarang satu sama lain tidak harus sama. Di bidang manajemen, data yang dihasilkan dari simulasi *Monte Carlo* (Y_2) dapat direpresentasikan sebagai distribusi peluang atau diubah menjadi prediksi kehandalan.

Kehandalan dan *maintainability* alat atau sistem dapat disimulasikan dengan menggunakan *random number* yang dihasilkan dari *Excel's RAND* ().

Fitur ini dapat digunakan untuk menghasilkan bilangan acak (*random number*) antara 0 dan 1.



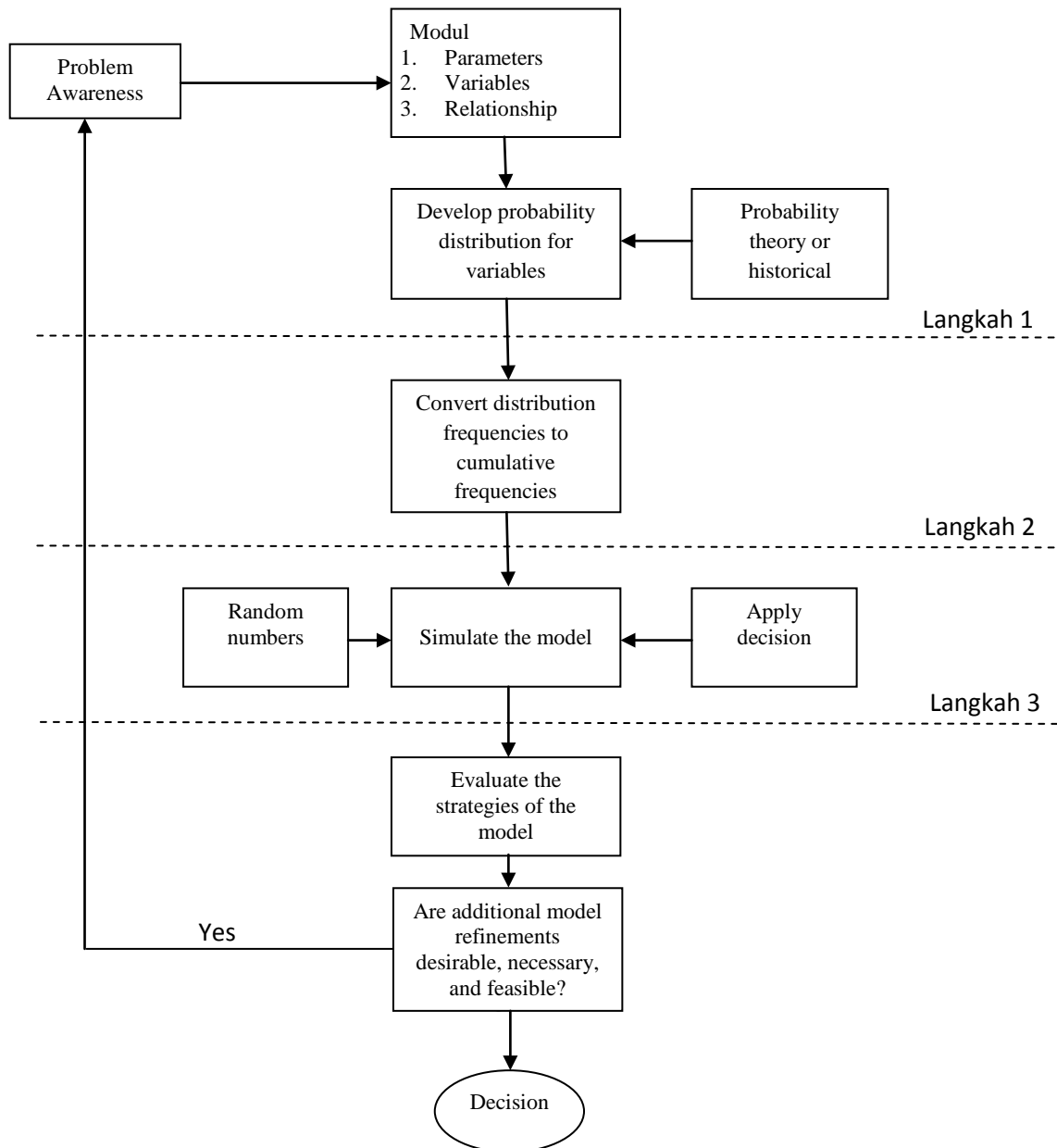
Gambar 2.5 Skema Prinsip Dasar Simulasi Monte Carlo (Wittwer, 2004)

Model simulasi Monte Carlo merupakan bentuk simulasi probabilistik dimana solusi dari suatu masalah diberikan proses acak. Proses acak ini akan melibatkan suatu distribusi probabilitas dari variabel-variabel data yang dikumpulkan berdasarkan data masa lalu maupun distribusi probabilitas teoritis. Bilangan acak digunakan untuk menjelaskan kejadian acak setiap waktu dari variabel acak dan secara berurutan mengikuti perubahan-perubahan yang terjadi dalam proses simulasi. Alur dari model simulasi Monte Carlo dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Langkah-langkah utama dalam simulasi Monte Carlo sebagaimana dijelaskan oleh Tersine (1994) adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan distribusi probabilitas yang diketahui secara pasti dari data yang didapatkan dari pengumpulan data di masa lalu. Di samping menggunakan data masa lalu, penentuan distribusi probabilitas bisa juga berasal dari distribusi teoritis seperti distribusi binomial, distribusi *poisson*, distribusi normal dan lain sebagainya tergantung sifat objek yang diamati. Variabel-variabel yang dipergunakan dalam simulasi harus disusun distribusi probabilitasnya.
2. Mengkonversikan distribusi probabilitas ke dalam bentuk frekuensi kumulatif. Distribusi probabilitas kumulatif ini akan digunakan sebagai dasar pengelompokan batas interval dari bilangan acak.
3. Menjalankan proses simulasi dengan menggunakan bilangan acak. Bilangan acak dikategorikan sesuai dengan rentang distribusi probabilitas kumulatif dari variabel-variabel yang digunakan dalam simulasi. Faktor-faktor yang sifatnya tidak pasti seringkali menggunakan bilangan acak untuk menggambarkan kondisi yang sesungguhnya. Urutan proses

simulasi yang melibatkan bilangan acak akan memberikan gambaran dan variasi yang sebenarnya.



Gambar 2.6 Model simulasi Monte Carlo
Sumber: Djati (2007)

- Analisis yang dilakukan dari keluaran simulasi sebagai masukan bagi alternatif pemecahan permasalahan dan pengambilan kebijakan. Pihak manajemen dapat melakukan evaluasi terhadap kondisi yang sedang terjadi dengan hasil simulasi.

2.7 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai *inventory spare part* telah banyak dilakukan, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Jauhari (2006) meneliti penetapan tingkat persediaan *spare part* forklift merek Komatsu yang mampu meminimalkan biaya total persediaan dan meningkatkan *service level*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Algoritma (Q, r) Policy* dan simulasi Monte Carlo. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kebijakan usulan mampu memberikan penghematan terhadap biaya total persediaan sebesar 21,1% dan mampu menaikkan *service level* rata-rata sebesar 1,47%.
2. Kurniawati (2011) meneliti analisis metode pengendalian persediaan yang tepat untuk setiap kelas material berdasarkan pola pemakaian dan *lead time* pemesanan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *continuous review (s, S) system*, *periodic review (R, s, S) system*, dan MRP. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perencanaan dan pengendalian material dengan menggunakan metode *Continuous Review (s, S)*, *Periodic Review (R, s, S)*, dan MRP merupakan strategi pengendalian yang memberikan biaya yang minimum pada masing-masing kelas.

Dari 2 penelitian di atas penggunaan metode simulasi *Monte Carlo* dan metode *Periodic Review (R, s, S)* dalam pengendalian persediaan mampu menghasilkan penurunan biaya *inventory* serta dapat meningkatkan *service level*.

Beberapa jurnal mengenai *inventory* antara lain Babai, et al (2009), jurnal ini melakukan penelitian pada 3.055 SKU dengan menggunakan 3 pendekatan yaitu: *The Power Approximation* (Ehrhardt, 1979; Ehrhardt and Mosier, 1984); *Naddor's heuristic* (Naddor, 1975) dan *The Normal Approximation* (Wagner, 1975). Semua heuristic diuji dalam kombinasi dengan masing-masing peramalan berikut metode: SBA (varian dari *Croston*), *Croston* dan *Single Eksponensial Smoothing (SES)*. Salahsatu hasilnya adalah metode peramalan SBA secara signifikan mengungguli metode SES dan metode *Croston* untuk ketiga heuristic. Dalam prakteknya, peningkatan yang cukup potensial ditunjukkan ketika metode existing diganti dengan metode SBA. Hal ini diharapkan untuk diterapkan ketika banyak terdapat SKU *intermittent* dan permintaan yang rendah. Hasil lebih lanjut

menunjukkan bahwa *Naddor's heuristic* adalah metode terbaik dalam hal meminimalkan total biaya, yang terdiri *backordering* dan *holding cost*.

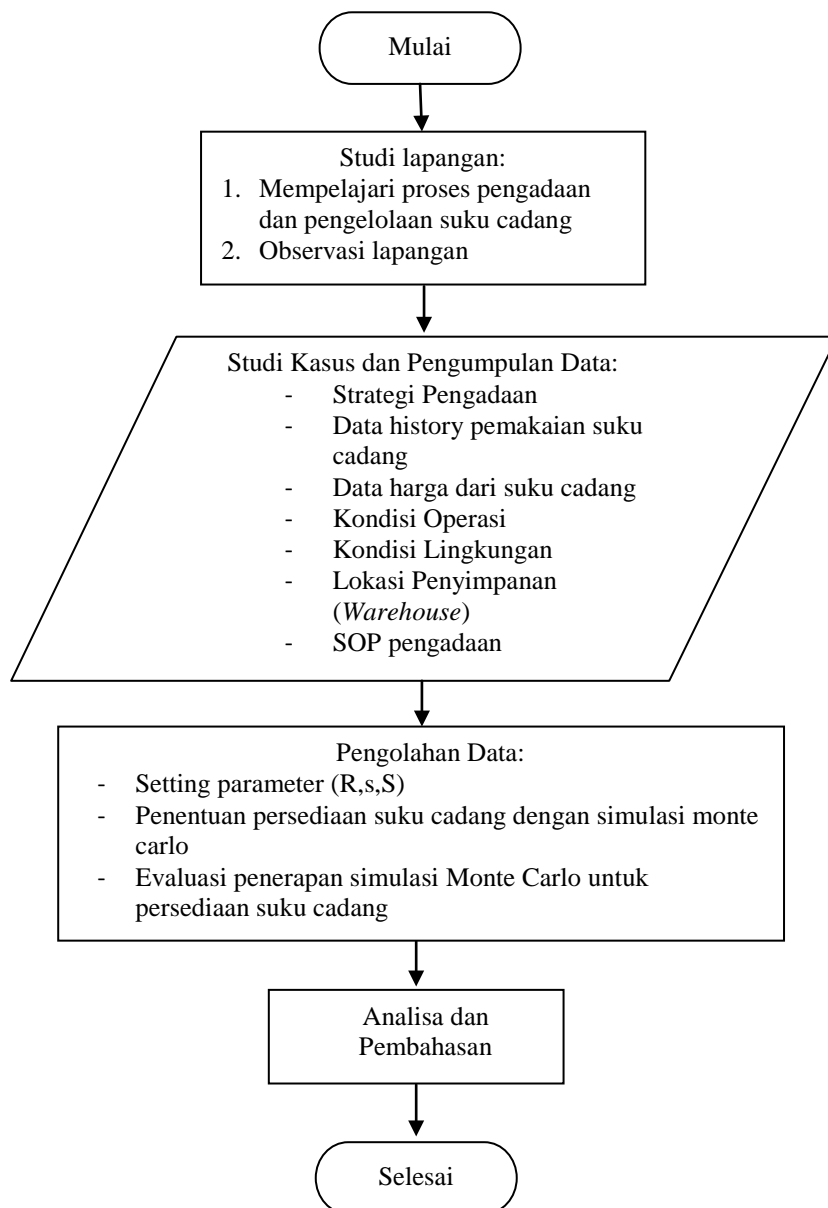
Jurnal lainnya oleh Teunter et al (2009), jurnal ini mengusulkan sebuah metode baru untuk menentukan *order-up-to level* untuk permintaan *intermittent item* dalam *periodic review system*. Berlawanan dengan metode yang ada, metode ini memanfaatkan karakter permintaan *intermittent* dengan memodelkan *lead time* permintaan sebagai suatu proses binomial majemuk. Jurnal ini menggunakan data *Royal Air Force* (RAF), yang menunjukkan bahwa metode yang diusulkan jauh lebih baik daripada metode yang ada dalam hal mendekati *service level* dan juga meningkatnya efisiensi layanan persediaan. Untuk persediaan *Periodic Review system* (R, s, S) dengan permintaan binomial majemuk (*intermittent*), metode ini mengembangkan rumus untuk menentukan *order-up-to level* di bawah 2 layanan dan pendekatan biaya. Peneliti menguji pendekatan baru terhadap pendekatan klasik untuk RAF Datasheet dalam jumlah besar. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan baru jauh lebih baik dalam tingkat layanan dan mendekati target. Selain itu, pendekatan baru mengurangi tingkat persediaan rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat layanan tertentu.

- *Halaman ini sengaja dikosongkan* -

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahap proses penelitian atau urutan langkah-langkah yang harus dilakukan oleh peneliti dalam menjalankan penelitian. Dengan adanya metode penelitian, maka penyusunan skripsi ini akan memiliki alur yang searah dan sistematis. Adapun alur penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.1 Studi Lapangan

Metode ini digunakan dalam pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian, dimana dilakukan pengambilan data di perusahaan. Studi lapangan dimaksudkan untuk memperoleh data dari perusahaan mengenai permasalahan yang ada. Studi lapangan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keadaan sebenarnya di obyek penelitian sehingga apa yang terjadi di lapangan dapat bersinergi dengan teori-teori yang ada.

3.2 Studi Kasus dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah pengumpulan informasi sebagian atau seluruh elemen populasi yang menunjang dan mendukung penelitian. Data yang diambil adalah data umum perusahaan yang meliputi:

- Strategi Pengadaan
- Data *history* pemakaian suku cadang
- Data harga dari suku cadang
- Kondisi Operasi
- Kondisi Lingkungan
- Lokasi Penyimpanan (*Warehouse*)
- SOP pengadaan

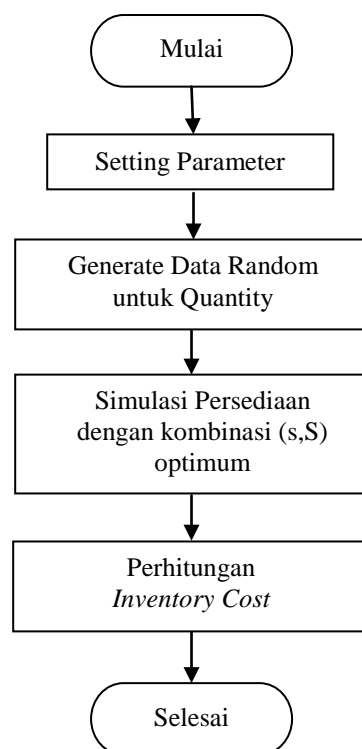
3.3 Pengolahan Data

Data-data yang telah diperoleh untuk selanjutnya akan dilakukan pengolahan data sehingga data-data mentah tersebut dapat digunakan untuk memecahkan masalah pada penelitian ini. Data-data tersebut diolah berdasarkan teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan penelitian ini. Tahap pengolahan data dilakukan untuk mengelola data yang telah dikumpulkan agar dapat diketahui informasi yang berguna dalam penentuan strategi manajemen persediaan.

Data suku cadang yang akan diolah merupakan *sample* data dari beberapa *commodity* yang akan dijadikan obyek penelitian. Sample data tersebut didasarkan dari *history* pemakaian (adanya peningkatan permintaan suku cadang dalam kurun waktu tahun 2011 - 2015).

Pengolahan data dilakukan dengan menganalisa penggunaan material, dengan menentukan EOQ, ROP, *Max Stock* dan *Safety Stock*. Langkah berikutnya adalah melakukan analisa untuk mengetahui strategi pemenuhan kebutuhan suku cadang.

Simulasi yang dilakukan dipengaruhi oleh beberapa aspek biaya seperti *holding cost*, *order cost*, dll. Adapun diagram alur dari Simulasi Monte Carlo untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alur Simulasi Monte Carlo

3.3.1 Setting Parameter

Tahap ini menentukan parameter persediaan berdasarkan formula dengan menggunakan metode (R,s,S) dimana R adalah *periodic review*, s adalah *reorder point*, dan S adalah stock maksimum. Parameter-parameternya adalah jumlah penggunaan, standar deviasi dari *mean* penggunaan, persediaan awal, *cost*, probabilitas penggunaan.

3.3.2 Generate Random Data

Tahap awalnya adalah menghitung probabilitas data *history* dari jumlah pemakaian. Setelah nilai-nilai probabilitas dari data *history* jumlah pemakaian diketahui, maka nilai tersebut digunakan sebagai *input*-an dalam melakukan *generate* bilangan acak. Langkahnya sebagai berikut:

- menentukan distribusi jumlah dan waktu antar kedatangan.
- memodelkan perilaku acak dari jumlah maupun waktu antar kebutuhan.
- melakukan *generate* data-data jumlah dan waktu antar kebutuhan.
- Menggunakan data-data tersebut untuk melakukan simulasi parameter-parameter persediaan.

Sedangkan *random number* untuk waktu antar kebutuhan didasarkan waktu antar kebutuhan aslinya.

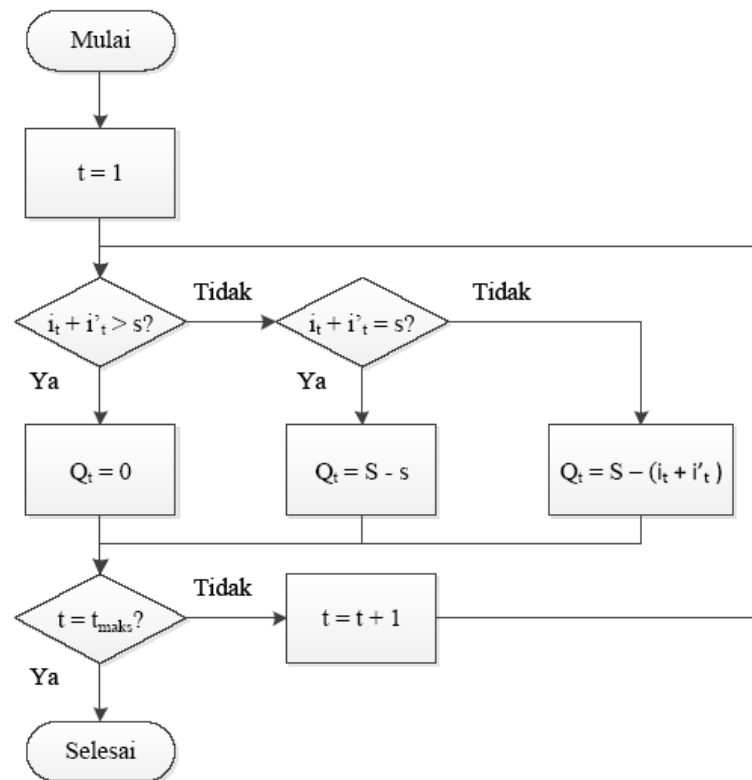
3.3.3 Simulasi Persediaan

Simulasi dilakukan dengan menggunakan data pemesanan yang digenerate secara random mengikuti distribusi data empiris. Data *history* pemakaian suku cadang dijadikan dasar untuk menentukan distribusi permintaan yang selanjutnya akan digunakan untuk meng-*generate* angka-angka permintaan dengan simulasi.

Simulasi perhitungan ini bertujuan untuk mensimulasikan kebijakan dengan pendekatan *periodic review* (R, s, S) *system* sekaligus menghitung total biaya yang dihasilkan dari kebijakan tersebut. Simulasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kebijakan yang diusulkan sehingga nantinya didapatkan rentang hasil berupa parameter persediaan dan biaya.

Pemesanan dalam simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan dengan pendekatan *periodic review* (R, s, S) *system* akan dilakukan jika posisi persediaan berada kurang dari atau sama dengan *reorder point* (s) dengan jumlah pemesanan yang cukup untuk mencapai *maximum stock* (S) dalam suatu periode pemesanan R. Jika posisi persediaan berada lebih dari *reorder point* (s) maka tidak akan dilakukan pemesanan hingga periode pemesanan R berikutnya. Dalam melakukan perhitungan ini terdapat beberapa langkah yang akan digunakan untuk suatu pengambilan keputusan mengenai pemesanan. Gambar 3.3 menunjukkan diagram

alir keputusan dalam melakukan pemesanan dengan dengan pendekatan *periodic review (R, s, S) system*.



Gambar 3.3 Diagram Alir Keputusan Pemesanan

Keterangan:

t : periode

i_t : persediaan periode ke – t

i'_t : persediaan dalam pemesanan periode ke – t

s : *reorder point (minimum stock)*

Q_t : jumlah pemesanan dalam periode ke – t

S : *maximum stock*

t_{maks} : periode akhir (dalam penelitian ini periode ke - 64)

3.4 Analisa dan Pembahasan

Data yang telah dikumpulkan dan diolah pada tahap sebelumnya akan dianalisa dan diinterpretasikan pada tahap analisa. Analisa data berupa

perbandingan yang dilakukan dari kondisi existing, perhitungan rumus dan *output* simulasi, yaitu hubungan antara parameter persediaan dengan total biaya yang digunakan. Sehingga dapat ditentukan parameter persediaan (R,s,S) yang direkomendasikan untuk dapat meminimumkan biaya.

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan pengumpulan dan pengolahan data di lapangan. Setelah pengumpulan data kemudian dilakukan pengolahan data untuk tujuan penelitian. Analisis hasil merupakan analisa hasil dari pengolahan data.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Chevron Indonesia Company (dulu Unocal Indonesia Company/UICo) terletak di Kalimantan Timur mencakup daerah konsesi di daratan dan lepas pantai. Tahun 1970, CICO menemukan lapangan minyak dan gas lepas pantai terbesar di Indonesia, Attaka, di selat Makassar. Kegiatan eksplorasi dilanjutkan, dan dalam kurun waktu tahun 1973 – 1995 CICO menemukan lapangan-lapangan Sepingga, Yakin, Melahin, Kerindingan, dan Santan, semua terletak di lepas pantai Kalimantan Timur. Pada tahun 1996, Chevron menggeser focus kegiatan eksplorasinya ke laut dalam di Selat Makassar, yang ditandai dengan penemuan penting lapangan West Seno dan Merah Besar setahun kemudian.

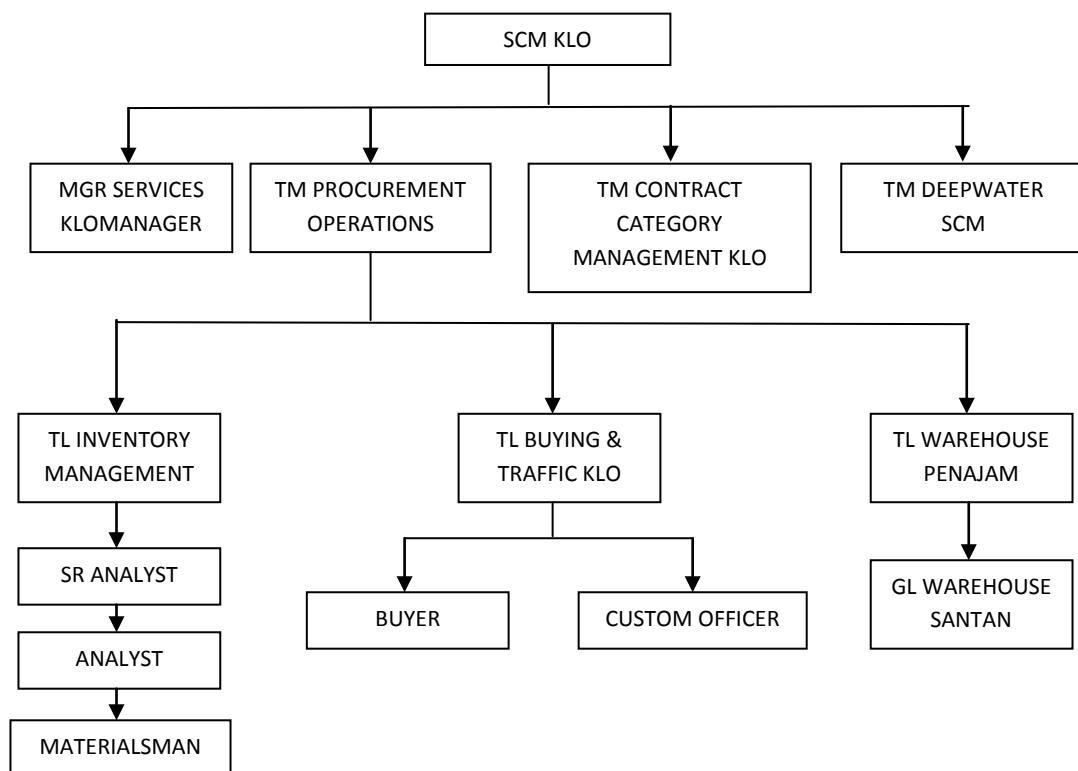
Kegiatan Chevron Indonesia Company dibelah oleh Delta Mahakam sebagai batas imajiner, menjadi dua daerah utama: Utara dan Selatan; dan West Seno, proyek laut dalam di Selat Makassar. Di daerah operasi Utara, CICO mengoperasikan lapangan-lapangan Attaka, Melahin, Kerindingan, Serang serta terminal Santan. Sedangkan di daerah operasi Selatan, CICO mengelola lapangan-lapangan Sepingga dan Yakin, Terminal Lawe-Lawe dan *base camp*, Pusat Logistik Penajam (PSB) dan Kantor Pasir Ridge, Balikpapan.

Minyak dan gas dari lapangan Sepingga dan Yakin dikirim ke terminal darat Chevron di Lawe-Lawe yang terletak di Penajam Paser Utara. Terminal Lawe-Lawe merupakan tempat pengumpulan minyak yang kemudian diekspor dengan menggunakan tanker atau dialirkan melalui pipa ke penyulingan Pertamina di Balikpapan. Produksi gas juga dikirimkan melalui pipa ke tempat penyulingan dan digunakan sebagai bahan bakar. Attaka diakui dunia sebagai lapangan minyak raksasa dan dicatat sebagai lapangan lepas pantai terbesar di Indonesia. Terletak sekitar 12 mil laut dari Tanjung Santan, lapangan Attaka

memulai produksi dari sumur pertamanya tahun 1972. Gas dari Attaka diproses di fasilitas pemurnian fluida (LEX) di terminal Santan dan gas kering dikirim ke instalasi pengolahan gas alam di Bontang, Kalimantan Timur. Terletak sekitar 170 km dari Balikpapan, Terminal Santan yang selesai dibangun pada tahun 1973 menandai dimulainya operasi komersial gas di Chevron Indonesia Company di Indonesia. Terminal Santan memproses gas dari fasilitas pemurnian fluida (LEX), memasok logistik untuk menara-menara lepas pantai, stabilisasi minyak mentah dan kondensat, serta kompresi gas. Produksi gas dari lapangan Attaka, Melahin, Kerindingan, Serang, dan Santan di daerah produksi Utara melewati terminal Santan dalam perjalanannya menuju instalasi raksasa gas alam (LNG) di Bontang atau untuk diproses di instalasi LEX.

4.2 Manajemen Persediaan di Chevron Indonesia Company

Manajemen persediaan di CICO dikelola oleh departemen “*Supply Chain Management*” (SCM) KLO. Struktur organisasi dari SCM KLO adalah sebagai berikut:

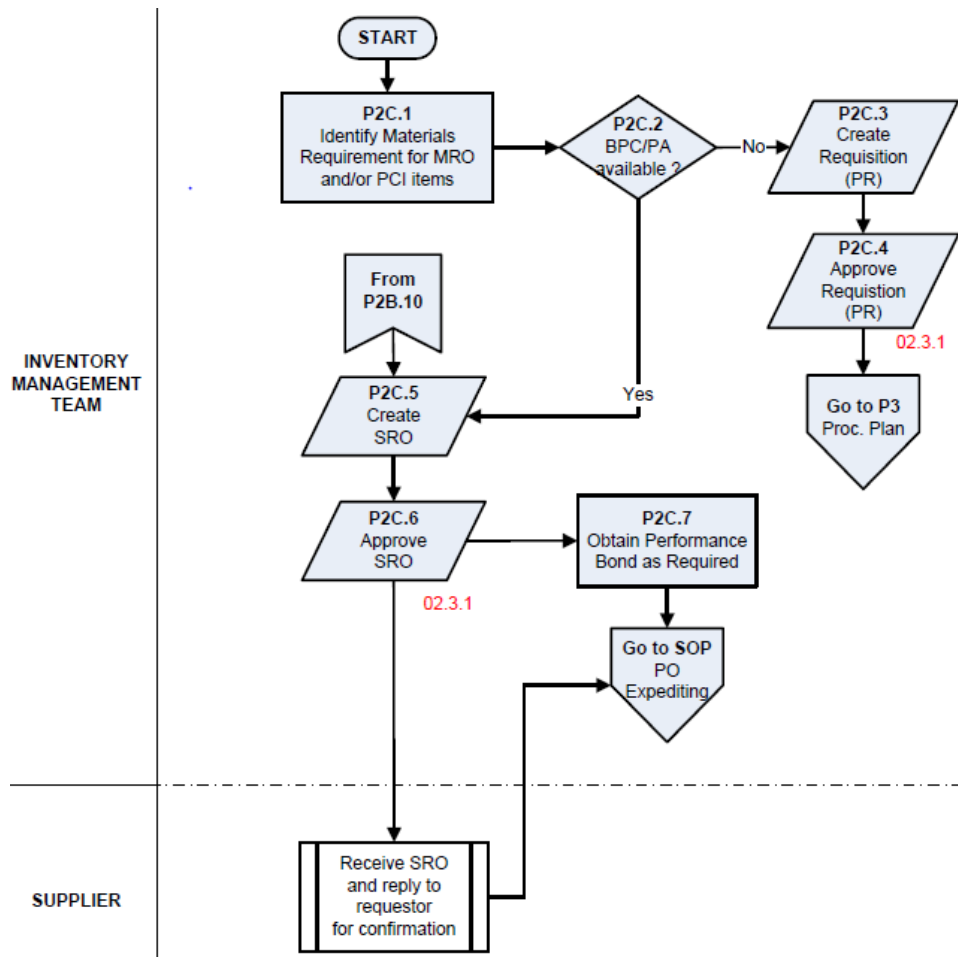


Gambar 4.1 Struktur Organisasi SCM KLO

Pada awal tahun 2007 CICO menggunakan sistem database baru dari Oracle yaitu JDE-Enterprise One. JDE-Enterprise One merupakan sistem database

yang terintegrasi antara berbagai modul yaitu : *Maintenance Modul, Inventory & Procurement, Human Resource, dan Finance*. Sistem lain yang mendukung modul *Inventory & Procurement* adalah ARIBA, ARIBA merupakan system e-procurement yang mengintegrasikan proses pengadaan, *invoicing*, serta *contract service* yang menjembatani hubungan bisnis antara CICO dengan para supplier, vendor maupun perusahaan penyedia jasa *contract service*. *Computerised Maintenance Management System (CMMS)* sebagai *backbone* dalam modul maintenance akan memberikan informasi penggunaan dan kebutuhan suku cadang ke dalam inventory modul, kemudian dianalisa untuk proses pengisian ulang.

Untuk pengadaan/*procurement* material stock di warehouse/branchplant mengikuti alur sebagai berikut:



Gambar 4.2 *Flowchart* pengadaan material stock untuk *branchplant* CICO
Kebutuhan material-material *Maintenance Repair & Operation (MRO)*
serta kebutuhan untuk *Capital Project* diatur oleh departemen SCM melalui

bagian *Inventory Management*, *Procurement*, dan *Warehouse*. Warehouse adalah lokasi fisik penempatan barang MRO dan Project, sedangkan pengelolaannya menggunakan konsep *Branch Plant*.

4.2.1 Branchplant di Chevron Indonesia Company

Konsep *Branchplant* merupakan struktur finansial tempat mengatur biaya persediaan dalam akun tersendiri, sehingga branchplant merupakan tempat untuk mendefinisikan dan mendaftarkan kepemilikan dari barang persediaan. Setiap branchplant mengatur persediaan dan replenishment of item (re-Order Point / re-Order Quantity) secara independen. Berdasarkan konsep dari JDE-Enterprise One ada beberapa tipe branchplant:

- *Class A*: adalah untuk kategori barang baru yang dibeli untuk menjadi stock, kondisi barang masih 100 %.
- *Class B*: adalah untuk kategori barang rekondisi atau yang diperbaharui, nilai dan kondisinya sekitar 75% dari barang baru.
- *Class C*: adalah untuk kategori barang rekondisi atau bekas, nilai dan kondisinya sekitar 50% dari barang baru.
- *Surplus*: adalah untuk kategori barang yang dibeli langsung untuk proyek namun tidak terpakai, kondisi masih bagus, dan bila material didaftarkan ke branchplant maka nilainya nol.
- *Courtesy*: adalah untuk kategori barang untuk proyek, material disimpan di branchplant sampai dengan saat dipakai.
- *Non-Stock*: adalah untuk kategori barang yang akan dipesan langsung oleh pengguna, tidak ada biaya penyimpanan untuk barang ini.
- *Depreciable Spares*: adalah untuk kategori barang suku cadang untuk *Fixed Asset* yang disimpan dalam warehouse, tidak ada biaya atau nilai barang ini karena semua biaya telah masuk sebagai *Fixed Asset*.
- *Claims*: adalah untuk kategori barang untuk menyimpan barang yang kualitasnya masih diuji, material masih harus dilacak dan disimpan menunggu penyelesaian klaim ke vendor, pengirim barang ataupun agen pengirim.

- *Write Off*: adalah untuk kategori barang obsulete atau usang, tidak bergerak dan tidak dipakai lagi oleh perusahaan, namun jumlah dan nilainya harus bisa dilacak.
- *Consignment*: adalah untuk kategori barang yang bisa digunakan akan tetapi tidak dimiliki oleh perusahaan, barang ini akan dibayar setelah dipakai.
- *Vendor Stock*: adalah untuk kategori barang yang siap digunakan namun dimiliki dan dikontrol oleh vendor, pembayaran dilakukan pada saat material direquest ke vendor.
- *Commisioning*: adalah untuk kategori barang suku cadang MRO yang dibeli menggunakan AFE pada saat konstruksi, tidak ada biaya yang dikenakan pada barang ini.

Dari tipe-tipe branchplant di atas CICO daerah operasi Kalimantan menggunakan tipe *Class A* untuk 2 main branchplant yaitu:

- 2510EKPJMA (CICO PJM WH NON-CAPITAL CLAS-A), merupakan main warehouse/branchplant yang terletak di Penajam atau biasa disebut dengan Penajam Supply Base (PSB)
- 2510EKSTMA (CICO STN WH NON-CAPITAL CLAS-A), merupakan main warehouse/branchplant yang terletak di lokasi Santan Terminal.

Selain 2 branchplant di atas, CICO juga menggunakan 5 sub branchplant class A untuk meng-cover kebutuhan di masing-masing *field*. 5 sub branchplant tersebut adalah sebagai berikut:

- 2510EKATMA (CICO ATTAKA LQ CLASS-A), merupakan sub branchplant yang terletak di lokasi Attaka Field.
- 2510EKSPMA (CICO SEPINGGAN LQ CLASS-A), merupakan sub branchplant yang terletak di lokasi Sepinggan Field.
- 2510EKNIMA (CICO NIB PLATFORM CLASS-A), merupakan sub branchplant yang terletak di lokasi NIB Field.
- 2510EKYKMA (CICO YAKIN LQ CLASS-A), merupakan sub branchplant yang terletak di lokasi Yakin Field.
- 2510EKLWMA (CICO LAWELawe TERMINAL CLASS-A), merupakan sub branchplant yang terletak di lokasi Terminal Lawe-Lawe.

Dari sisi kategori penyimpanan dibedakan menjadi barang :

CR : Critical

CS : Consumable

DN : Do-not Order

OR : On-Request

4.3 Pengumpulan Data

Sesuai dengan latar belakang di BAB I, pada penelitian ini diambil sampel data dari material dengan kategori penyimpanan *CS (Consumable)* sebanyak 8 item dari *commodity* yang merupakan material untuk kebutuhan *Maintenance Repair*. Sample data tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Sample data material persediaan

No	Item Number	Description	UOM	Commodity		Price
				Comm	Desc	
1	212068	GAUGE: PRESSURE,0-1000 PSI,ASHCROFT 0-1000-4-1/2DIA-1/2	EA	14	Instrumentation & Parts	\$ 110.82
2	230139	BEARING: BALL,ANNULAR, 1.7717 IN ID, 45.0 MM	EA	50	Bearings & Accessories	\$ 24.76
3	243448	LAMP, FLUORESCENT 18 W; 220 V;TUBULAR; COOL WHITE;	EA	51	Electrical	\$ 3.59
4	211240	FLANGE, PIPE, BLIND 3 IN; 5000API; RTJ; ASTM A-105; C/W MILL	EA	53	Fittings	\$ 500.00
5	213347	GASKET: SPIRAL WOUND 8 IN,150 ANSI, NON ASBESTOS FILLER	EA	54	Gaskets, Seals & Packing	\$ 31.02
6	212829	HOSE, NONMETALLIC 1/2 IN;REINFORCED; PLASTIC; 100	FT	57	Hoses & Parts	\$ 1.00
7	213485	PIPE: METALLIC, 1 IN X 20 FT,SCH 160, SMLS, CS ASTM A106,	LG	60	Pipe & Tubing	\$ 135.00
8	210114	VALVE: BALL 3/8", CLASS 6000PSI WOG,SWAGELOK SS-83KS6	EA	66	Valves & Parts	\$ 224.24

Data *history* pemakaian dari material-material tersebut selama 5 tahun terakhir (Januari 2011 – Desember 2015) adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 *History* Data Pemakaian Material Jan 11 – Des 15

		212068	230139	243448	211240	213347	212829	213485	210114
1	Jan-11	1	0	2	0	3	30	50	0
2	Feb-11	2	0	0	0	2	0	0	0
3	Mar-11	0	0	2	0	23	0	52	8
4	Apr-11	6	0	125	3	10	0	48	25
5	May-11	6	0	2	1	0	0	0	0
6	Jun-11	6	0	8	1	0	100	8	6
7	Jul-11	9	0	3	0	0	0	0	4
8	Aug-11	0	7	0	0	21	0	0	3
9	Sep-11	0	4	2	0	2	0	0	10
10	Oct-11	0	1	0	2	0	0	0	0
11	Nov-11	3	4	4	4	5	0	105	5
12	Dec-11	40	0	24	0	3	25	10	1
13	Jan-12	1	5	100	0	19	5	0	1
14	Feb-12	7	0	0	8	1	0	0	40

15	Mar-12	12	0	20	5	0	0	3	5
16	Apr-12	0	5	0	2	4	0	0	2
17	May-12	0	2	3	1	7	0	26	11
18	Jun-12	0	0	13	7	2	40	0	1
19	Jul-12	0	0	0	0	0	50	16	4
20	Aug-12	6	0	0	6	3	0	15	0
21	Sep-12	0	0	0	4	2	0	0	1
22	Oct-12	0	0	20	0	1	0	0	16
23	Nov-12	2	2	41	3	35	0	24	1
24	Dec-12	6	0	4	0	1	100	0	0
25	Jan-13	40	0	20	3	2	0	0	10
26	Feb-13	9	0	0	0	6	0	0	3
27	Mar-13	30	0	10	0	0	0	4	9
28	Apr-13	10	1	11	0	0	100	10	2
29	May-13	1	0	8	0	0	0	2	8
30	Jun-13	17	0	4	0	0	50	0	15
31	Jul-13	0	4	20	0	0	0	0	0
32	Aug-13	0	1	14	1	0	0	0	2
33	Sep-13	19	1	12	1	20	55	0	0
34	Oct-13	14	2	0	0	0	0	4	27
35	Nov-13	0	0	118	0	0	0	0	0
36	Dec-13	0	1	0	0	0	0	15	0
37	Jan-14	5	0	0	0	2	0	10	0
38	Feb-14	0	2	2	0	0	25	0	0
39	Mar-14	0	1	10	8	0	0	1	0
40	Apr-14	6	0	0	0	0	0	1	0
41	May-14	4	0	0	2	6	15	1	1
42	Jun-14	0	1	0	0	4	0	4	10
43	Jul-14	5	0	4	0	0	0	0	5
44	Aug-14	1	1	0	5	1	0	0	6
45	Sep-14	0	1	20	2	4	0	6	13
46	Oct-14	0	0	0	0	0	70	34	0
47	Nov-14	1	1	0	0	2	0	0	5
48	Dec-14	46	0	0	0	7	0	1	0
49	Jan-15	0	4	0	7	3	0	4	10
50	Feb-15	5	0	0	0	8	0	48	13
51	Mar-15	1	0	0	1	0	30	4	0
52	Apr-15	12	0	25	0	0	0	3	17
53	May-15	3	4	0	0	0	0	0	0
54	Jun-15	2	2	0	0	0	0	1	0
55	Jul-15	0	1	10	0	15	0	0	7
56	Aug-15	5	2	0	1	4	0	1	0
57	Sep-15	1	0	95	0	3	0	0	0
58	Oct-15	0	2	0	0	7	100	5	5
59	Nov-15	0	0	0	0	0	0	1	2
60	Dec-15	0	3	2	0	40	0	0	11

4.3.1 Uji Normalitas Data

Dari data-data permintaan selama 5 tahun tersebut dilakukan uji normalitas dengan menggunakan *Software Minitab 16.1 (Stat – Basic Statistic – Normality Test)*. Berikut ini adalah hasil uji *normality test* dari 8 sampel data di atas:

Tabel 4.3 Tabel Hasil Uji Normalitas dari Sampel Data

No	Item Number	p value (α)	Hasil Uji ($\alpha = 0.05$)
1	212068	< 0.005	Tidak normal
2	230139	< 0.005	Tidak normal
3	243448	< 0.005	Tidak normal
4	211240	< 0.005	Tidak normal
5	213347	< 0.005	Tidak normal
6	212829	< 0.005	Tidak normal
7	213485	< 0.005	Tidak Normal
8	210114	< 0.005	Tidak normal

Dari tabel hasil uji normalitas di atas 8 sample data tidak mengikuti distribusi normal, sehingga digunakan metode simulasi Monte Carlo untuk menghasilkan nilai-nilai variabel persediaan yang optimal. Hasil uji normalitas yang disertai dengan grafik hasil uji distribusi dapat dilihat pada bagian lampiran 1.

4.3.2 Data Lead Time

Lead time merupakan jumlah waktu yang dibutuhkan antara pemesanan yang dilakukan oleh perusahaan hingga penerimaan suku cadang dari *supplier*. *Lead time* pengiriman material pada dasarnya memiliki nilai yang berbeda-beda bergantung pada spesifikasi dan jenis material yang dibutuhkan. Setelah berdiskusi dengan inventory team maka dapat diasumsikan bahwa *lead time* dari pengadaan material persediaan bernilai konstan yaitu 1 bulan.

4.3.3 Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)

Biaya pemesanan merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan kegiatan pembelian dari proses *purchase order* sampai pengiriman ke perusahaan. Dari hasil wawancara dengan pihak *buyer* diketahui biaya pemesanan (*ordering cost*) sebesar \$100.

4.3.4 Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*)

Biaya penyimpanan untuk setiap suku cadang merupakan fraksi persentase dari harga suku cadang tersebut. Hasil konfirmasi dari *Team Leader Warehouse* CCo, fraksi persentase dari tiap suku cadang adalah sebesar 20% per tahun atau 1.63% per bulan/unit dari harga suku cadang yang rinciannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Rincian *Holding Cost*

HOLDING COST	
Capital Cost	7%
Tax	1%
Insurance	2%
Handling	2%
Storage	2.5%
Obsolete	5%
TOTAL	20%

Berikut ini adalah hasil perhitungan untuk *holding cost* dari tujuh suku cadang yang akan dilakukan simulasi *Monte Carlo*.

Tabel 4.5 Tabel Hasil Perhitungan Biaya Persediaan

No	Item Number	Description	Price	Order Cost	Holding Cost (1.63% x Price)
1	212068	GAUGE: PRESSURE,0-1000 PSI,ASHCROFT 0-1000-4-1/2DIA-1/2	\$ 110.82	\$100	\$ 1.8
2	230139	BEARING: BALL,ANNULAR, 1.7717 IN ID, 45.0 MM	\$ 24.76	\$100	\$ 0.40
3	243448	LAMP, FLUORESCENT 18 W; 220 V;TUBULAR; COOL WHITE;	\$ 3.59	\$100	\$ 0.06
4	211240	FLANGE, PIPE, BLIND 3 IN; 5000API; RTJ; ASTM A-105; C/W MILL	\$ 500.00	\$100	\$ 8.13
5	213347	GASKET: SPIRAL WOUND 8 IN,150 ANSI, NON ASBESTOS FILLER	\$ 31.02	\$100	\$ 0.50
6	212829	HOSE, NONMETALLIC 1/2 IN;REINFORCED; PLASTIC; 100	\$ 1.00	\$100	\$ 0.02
7	213485	PIPE: METALLIC, 1 IN X 20 FT,SCH 160, SMLS, CS ASTM A106,	\$ 135.00	\$100	\$ 2.19
7	210114	VALVE: BALL 3/8", CLASS 6000PSI WOG,SWAGELOK SS-83KS6	\$ 224.24	\$100	\$ 3.64

4.4 Pengolahan Data

Pada subbab ini akan dilakukan perhitungan dari persediaan dan pemesanan suku cadang. Perhitungan ini akan dihitung dengan kondisi *existing* yang diterapkan oleh CICO saat ini dan pendekatan *periodic review* (R, s, S) *system* sebagai metode yang diusulkan dalam penelitian ini. Perhitungan ini akan dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

a. *Stock* Awal

Stock awal merupakan jumlah persediaan pada awal periode t. *Stock* awal bernilai sama dengan *stock* akhir pada periode sebelum t.

b. *Receipt*

Receipt merupakan pesanan yang datang pada periode t.

c. *Total Stock*

Total stock merupakan jumlah *stock* yang dimiliki oleh perusahaan.

Total stock dapat dihitung dengan persamaan:

$$Total\ stock = Stock\ awal + Receipt - Shortage\ t-1.$$

d. *Demand*

Demand dalam perhitungan diperoleh dari data historis pemakaian suku cadang, sedangkan *demand* yang digunakan dalam simulasi perhitungan diperoleh dari data yang dibangkitkan dengan Monte Carlo dan data historis pemakaian suku cadang.

e. *Shortage*

Shortage menunjukkan bahwa perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan suku cadang mesin produksi.

f. *Stock Akhir*

Stock akhir merupakan jumlah *stock* di akhir periode t yang didapatkan dari pengurangan nilai *total stock* dan *demand*.

g. *Order*

Order yang dilakukan pada perhitungan dengan kebijakan *existing* akan dilakukan ketika departemen *maintenance* membutuhkan suku cadang, sedangkan *order* yang dilakukan pada perhitungan dengan pendekatan *periodic review (R, s, S) system* akan dilakukan ketika persediaan periode t-1 kurang dari ROP (s). Jumlah suku cadang yang dipesan adalah sebesar *maximum stock (S)* dikurangi *stock* akhir periode t-1.

4.4.1 Perhitungan Persediaan dan Pemesanan dengan kondisi Existing

Perhitungan persediaan dan pemesanan dengan kebijakan *existing* akan dilakukan pada 8 sample data suku cadang yang dibahas pada penelitian ini. Dari perhitungan persediaan dan pemesanan ini nantinya akan diketahui total biaya dan *service level* yang dihasilkan oleh kebijakan *existing*. Contoh perhitungan dilakukan terhadap suku cadang dengan *item number* 212068 (GAUGE: PRESSURE,0-1000 PSI,ASHCROFT 0-1000-4-1/2DIA-1/2)

Tabel 4.6 Perhitungan Persediaan dan Pemesanan 212068 kondisi *existing* (Unit)

Periode	Stock Awal	Receipt	Total Stock	Demand	Shortage	Stock Akhir	Order	Order(I/O)
Jan-11	0	0	0	1	1	0	17	1
Feb-11	0	17	16	2	0	14	0	0
Mar-11	14	0	14	0	0	14	0	0
Apr-11	14	0	14	6	0	8	0	0
May-11	8	0	8	6	0	2	0	0
Jun-11	2	0	2	6	4	0	5	1
Jul-11	0	5	1	9	8	0	0	0
Aug-11	0	0	0	0	0	0	0	0
Sep-11	0	0	0	0	0	0	0	0
Oct-11	0	0	0	0	0	0	20	1
Nov-11	0	20	12	3	0	9	50	1
Dec-11	9	50	59	9	0	50	0	0
Jan-12	50	0	50	1	0	49	0	0
Feb-12	49	0	49	7	0	42	0	0
Mar-12	42	0	42	12	0	30	0	0
Apr-12	30	0	30	0	0	30	0	0
May-12	30	0	30	0	0	30	0	0
Jun-12	30	0	30	0	0	30	0	0
Jul-12	30	0	30	0	0	30	100	1
Aug-12	30	100	130	6	0	124	0	0
Sep-12	124	0	124	0	0	124	0	0
Oct-12	124	0	124	0	0	124	0	0
Nov-12	124	0	124	2	0	122	0	0
Dec-12	122	0	122	6	0	116	0	0
Jan-13	116	0	116	10	0	106	0	0
Feb-13	106	0	106	9	0	97	0	0
Mar-13	97	0	97	21	0	76	0	0
Apr-13	76	0	76	10	0	66	0	0
May-13	66	0	66	1	0	65	0	0
Jun-13	65	0	65	17	0	48	40	1
Jul-13	48	40	88	0	0	88	0	0
Aug-13	88	0	88	0	0	88	0	0
Sep-13	88	0	88	19	0	69	50	1
Oct-13	69	50	119	14	0	105	0	0
Nov-13	105	0	105	0	0	105	0	0
Dec-13	105	0	105	0	0	105	0	0

Jan-14	105	0	105	5	0	100	0	0
Feb-14	100	0	100	0	0	100	0	0
Mar-14	100	0	100	0	0	100	0	0
Apr-14	100	0	100	6	0	94	30	1
May-14	94	30	124	4	0	120	0	0
Jun-14	120	0	120	0	0	120	0	0
Jul-14	120	0	120	5	0	115	0	0
Aug-14	115	0	115	1	0	114	0	0
Sep-14	114	0	114	0	0	114	0	0
Oct-14	114	0	114	0	0	114	0	0
Nov-14	114	0	114	1	0	113	0	0
Dec-14	113	0	113	17	0	96	46	1
Jan-15	96	46	142	0	0	142	0	0
Feb-15	142	0	142	5	0	137	0	0
Mar-15	137	0	137	1	0	136	0	0
Apr-15	136	0	136	12	0	124	0	0
May-15	124	0	124	3	0	121	0	0
Jun-15	121	0	121	2	0	119	0	0
Jul-15	119	0	119	0	0	119	30	1
Aug-15	119	30	149	5	0	144	0	0
Sep-15	144	0	144	1	0	143	0	0
Oct-15	143	0	143	0	0	143	0	0
Nov-15	143	0	143	0	0	143	0	0
Dec-15	143	0	143	0	0	143	0	0
TOTAL				245	13	4880	388	10

Dari perhitungan persediaan dan pemesanan di atas maka dapat dihitung total biaya dan *service level* sebagai berikut:

$$\text{Biaya Penyimpanan} = \text{Jumlah Stock} \times \text{Holding cost}$$

$$= 4880 \times \$ 1.80 = \$ 8,788.03$$

$$\text{Biaya Pemesanan} = \text{Jumlah Order} \times \text{Order Cost}$$

$$= 10 \times \$ 100 = \$1000$$

$$\text{Biaya Pembelian} = \text{Jumlah satuan} \times \text{Item Price}$$

$$= 388 \times \$ 110.82 = \$ 42,998.16$$

$$\text{Total Biaya} = \text{Biaya Penyimpanan} + \text{Biaya Pemesanan} + \text{Biaya Pembelian}$$

$$= \$ 8,788.03 + \$1000 + \$ 42,998.16$$

$$= \$ 52,786.19$$

$$\begin{aligned}\text{Service Level} &= \frac{\text{Jumlah Demand} - \text{Jumlah Shortage}}{\text{Jumlah Demand}} \\ &= \frac{245 - 13}{245} = 94.69\%\end{aligned}$$

Dari tabel 4.7 dapat dilihat hasil perhitungan untuk biaya persediaan dan *service level* dari 8 *sample* data pada kondisi *existing*. Detail perhitungan persediaan dan pemesanan dengan kondisi *existing* dapat dilihat pada lampiran 2.

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Biaya Persediaan dan *Service Level* Kondisi *Existing*

No	Item Number	Biaya Penyimpanan	Biaya Pemesanan	Biaya Pembelian	Total Cost	Service Level
1	212068	\$ 8,788.03	\$ 1,000.00	\$42,998.16	\$52,786.19	95%
2	230139	\$ 449.02	\$ 400.00	\$ 1,634.16	\$ 2,483.18	94%
3	243448	\$ 419.91	\$ 300.00	\$ 2,584.80	\$ 3,304.71	66%
4	211240	\$ 2,591.88	\$ 1,000.00	\$39,500.00	\$43,091.88	55%
5	213347	\$ 2,604.05	\$ 600.00	\$ 9,088.86	\$12,292.91	90%
6	212829	\$ 444.93	\$ 300.00	\$ 1,000.00	\$ 1,744.93	84%
7	213485	\$ 17,857.13	\$ 1,100.00	\$80,460.00	\$99,417.13	77%
8	210114	\$ 936.48	\$ 1,100.00	\$72,878.00	\$74,914.48	61%

Dari perhitungan persediaan dan pemesanan yang telah dilakukan di atas, kebijakan *existing* menghasilkan total biaya yang besar dengan nilai *service level* yang rendah. Total biaya yang besar ini disebabkan oleh tingginya biaya yang harus dikeluarkan untuk melakukan penyimpanan dan pembelian. Sedangkan nilai *service level* rendah disebabkan oleh tidak adanya perencanaan kebutuhan suku cadang yang baik sebagai upaya pemenuhan *replacement* suku cadang. Oleh karena itu dibutuhkan perencanaan kebutuhan suku cadang yang baik sehingga diharapkan dapat meningkatkan *service level* dengan total biaya yang wajar.

4.4.2 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan dengan (R, s, S) System

Pada subbab ini akan dilakukan simulasi perhitungan dari persediaan dan pemesanan suku cadang. Simulasi perhitungan ini bertujuan untuk mensimulasikan kebijakan dengan pendekatan *periodic review* (R, s, S) *system* sekaligus menghitung total biaya dan *service level* yang dihasilkan dari kebijakan tersebut. Dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo, 8 *sample* data suku cadang yang dibahas dalam penelitian ini akan disimulasikan. Data pemakaian

suku cadang yang akan digunakan dalam simulasi ini mencakup 60 data historis pemakaian suku cadang atau 60 data yang dibangkitkan dengan metode simulasi Monte Carlo dengan 3 replikasi. Simulasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kebijakan yang diusulkan sehingga nantinya didapatkan hasil berupa parameter persediaan, total biaya, dan nilai *service level*. Nantinya hasil dari simulasi perhitungan ini akan dibandingkan dengan kebijakan *existing* dan dianalisis mengenai kebijakan mana yang lebih baik dari segi nilai *service level* dan total biaya.

4.4.2.1 Pembangkitan Bilangan Acak

Pada penelitian ini bilangan acak yang akan dibangkitkan sebanyak 60 data dengan 3 replikasi. Hasil dari pembangkitan bilangan acak ini selanjutnya akan digunakan sebagai data pemakaian suku cadang pada simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang nantinya. Pembangkitan bilangan acak dilakukan dengan pendekatan simulasi Monte Carlo. Adapun langkah-langkah untuk membangkitkan bilangan acak dengan pendekatan Monte Carlo sebagai berikut:

1. Lakukan observasi terhadap parameter yang akan dimodelkan
2. Hitung frekuensi tiap-tiap nilai parameter.

Tabel 4.8 Frekuensi Nilai Parameter dengan Monte Carlo

Xi	Frekuensi Xi
0	24
1	7
2	3
3	2
4	1
5	4
6	6
7	1
9	3
10	2
12	2
14	1
17	2
19	1
21	1
Jumlah	60

3. Hitung distribusi frekuensi kumulatif dan distribusi probabilitas kumulatif.

Tabel 4.9 Frekuensi dan Probabilitas Kumulatif Monte Carlo

Xi	Frekuensi Xi	Frekuensi Kumulatif	Probabilitas Kumulatif
0	24	24	0.40
1	7	31	0.52
2	3	34	0.57
3	2	36	0.60
4	1	37	0.62
5	4	41	0.68
6	6	47	0.78
7	1	48	0.80
9	3	51	0.85
10	2	53	0.88
12	2	55	0.92
14	1	56	0.93
17	2	58	0.97
19	1	59	0.98
21	1	60	1.00
Jumlah	60		

4. Pasangkan nilai kelas dari tiap-tiap parameter dengan bilangan *random* dengan *range* 0-100.

Tabel 4.10 Nilai Kelas Monte Carlo

Xi	Frekuensi Xi	Frekuensi Kumulatif	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak
0	24	24	0.40	0 - 40
1	7	31	0.52	41 - 52
2	3	34	0.57	53 - 57
3	2	36	0.60	58 - 60
4	1	37	0.62	61 - 62
5	4	41	0.68	63 - 68
6	6	47	0.78	69 - 78
7	1	48	0.80	79 - 80
9	3	51	0.85	81 - 85
10	2	53	0.88	86 - 88
12	2	55	0.92	89 - 92
14	1	56	0.93	93 - 93
17	2	58	0.97	94 - 97
19	1	59	0.98	98 - 98
21	1	60	1.00	99 - 100

5. Tarik suatu bilangan *random* dengan menggunakan tabel *random* atau *generate random*.

Tabel 4.11 *Generate Random* Monte Carlo

Bulan	RN
1	50
2	37
3	8
4	87
5	47
.....
60	73

6. Dapatkan nilai parameter yang sesuai dengan memasangkan bilangan *random* yang dihasilkan.

Tabel 4.12 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak dengan Monte Carlo

Bulan	RN	Demand
1	50	1
2	37	0
3	8	0
4	87	10
5	47	1
.....
60	73	6

Berikut merupakan hasil dari pembangkitan bilangan acak untuk 8 data suku cadang:

Tabel 4.13 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 212068 (Unit)

Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	1	6	0	31	1	17	0
2	0	0	0	32	1	1	0
3	0	3	0	33	0	1	0
4	10	6	1	34	5	5	6
5	1	0	17	35	0	2	0
6	1	0	6	36	9	2	5
7	1	9	0	37	0	0	6
8	12	5	0	38	4	0	0
9	0	6	0	39	1	1	19
10	0	9	9	40	17	12	0
11	9	2	9	41	1	0	0
12	0	9	0	42	1	5	17
13	6	0	0	43	1	2	1
14	0	17	5	44	6	17	3
15	0	7	1	45	1	5	1
16	4	0	0	46	17	0	1
17	0	1	0	47	6	0	2
18	12	17	0	48	0	0	0
19	12	0	0	49	0	1	1
20	0	0	6	50	0	2	3

21	4	0	0	51	0	0	9
22	10	1	2	52	6	0	1
23	4	6	0	53	5	3	2
24	9	0	0	54	17	19	0
25	0	12	19	55	0	5	12
26	0	1	0	56	7	4	1
27	1	1	0	57	0	0	1
28	10	3	9	58	9	5	0
29	0	0	0	59	6	0	0
30	9	1	9	60	6	12	6

Tabel 4.14 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 230139 (Unit)

Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	0	3	2	31	1	4	1
2	0	4	1	32	0	0	1
3	0	0	0	33	0	3	0
4	0	4	0	34	0	0	1
5	0	1	5	35	2	2	0
6	0	0	1	36	0	0	0
7	1	0	1	37	0	2	0
8	4	0	0	38	0	0	5
9	0	2	2	39	3	2	1
10	0	2	1	40	0	0	0
11	2	0	0	41	1	0	1
12	0	2	0	42	0	0	1
13	0	4	0	43	0	2	7
14	1	1	2	44	3	0	0
15	1	2	0	45	0	0	4
16	1	1	0	46	1	0	4
17	1	0	0	47	0	0	4
18	1	4	0	48	1	4	2
19	0	0	1	49	0	0	2
20	0	0	1	50	0	0	4
21	0	0	0	51	0	0	0
22	2	4	0	52	0	2	0
23	0	5	0	53	2	0	1
24	0	0	0	54	1	4	0
25	0	0	0	55	0	4	0
26	0	0	0	56	1	1	0
27	0	2	0	57	0	0	2
28	1	0	0	58	0	0	1
29	1	0	0	59	1	1	0
30	0	0	0	60	0	2	0

Tabel 4.15 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 243448 (Unit)

Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	2	0	20	31	24	0	0
2	0	4	0	32	3	41	2
3	0	3	8	33	2	0	0
4	25	0	0	34	0	0	2
5	20	8	2	35	100	13	20
6	100	0	2	36	0	10	0
7	4	3	20	37	20	8	0
8	118	3	20	38	8	0	0
9	25	8	0	39	0	0	0
10	2	0	0	40	0	2	100
11	0	0	0	41	0	0	0
12	0	2	0	42	0	20	24
13	0	2	10	43	3	24	11
14	118	0	0	44	2	0	20
15	0	0	2	45	0	41	0
16	125	0	12	46	0	0	0
17	2	14	20	47	0	118	4
18	2	4	3	48	14	0	0
19	10	20	0	49	20	3	0
20	0	0	0	50	0	10	20
21	11	0	0	51	118	3	2
22	2	0	0	52	20	0	0
23	4	4	20	53	0	0	24
24	2	12	0	54	0	0	0
25	0	2	0	55	4	14	8
26	100	0	0	56	0	2	0
27	10	2	0	57	8	10	0
28	12	0	20	58	10	2	8
29	0	100	0	59	12	20	0
30	8	3	25	60	2	2	0

Tabel 4.16 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 211240 (Unit)

Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	0	0	0	31	0	0	0
2	1	1	0	32	1	0	4
3	0	0	0	33	5	0	2
4	7	2	0	34	0	2	0
5	0	0	0	35	1	0	0
6	0	0	1	36	0	2	0
7	0	0	0	37	0	0	0
8	1	5	1	38	2	1	0
9	6	0	0	39	3	0	1
10	0	0	0	40	1	0	0

11	0	0	4	41	1	5	0
12	0	3	0	42	0	0	1
13	0	1	0	43	7	0	4
14	0	1	0	44	0	0	1
15	3	0	0	45	3	5	0
16	0	5	0	46	0	0	2
17	0	3	3	47	7	0	0
18	1	0	0	48	0	0	0
19	0	0	0	49	7	0	7
20	0	0	0	50	0	5	2
21	3	0	0	51	0	0	0
22	0	0	5	52	0	0	0
23	0	0	0	53	0	0	0
24	0	0	0	54	5	1	0
25	0	0	0	55	0	0	5
26	0	5	0	56	0	1	0
27	0	1	1	57	0	0	0
28	0	0	0	58	2	0	0
29	0	1	4	59	0	2	0
30	0	0	7	60	1	0	0

Tabel 4.17 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 213347 (Unit)

Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	4	0	3	31	3	0	23
2	2	0	0	32	0	0	0
3	2	4	4	33	15	23	0
4	0	15	2	34	1	0	0
5	1	0	3	35	4	0	2
6	0	0	4	36	10	0	3
7	2	2	0	37	0	0	0
8	0	2	0	38	7	0	3
9	0	0	0	39	2	0	3
10	2	1	21	40	0	0	0
11	10	0	40	41	2	0	19
12	0	4	2	42	0	0	2
13	0	0	5	43	0	7	2
14	2	0	0	44	0	0	4
15	0	0	2	45	4	0	3
16	0	4	1	46	15	15	0
17	0	3	2	47	1	3	10
18	4	20	0	48	0	4	2
19	3	0	6	49	0	6	0
20	3	0	0	50	15	0	0
21	0	0	1	51	23	5	2
22	6	0	8	52	3	0	0
23	21	0	2	53	1	0	0

24	4	0	15	54	0	4	10
25	0	0	3	55	3	5	19
26	15	0	0	56	0	0	0
27	1	6	3	57	0	0	0
28	2	19	3	58	1	2	6
29	2	3	0	59	0	7	0
30	2	0	0	60	8	0	0

Tabel 4.18 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 212829 (Unit)

Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	0	0	5	31	0	0	100
2	0	0	0	32	0	0	0
3	0	0	0	33	0	0	5
4	15	0	0	34	50	0	0
5	30	0	0	35	0	0	0
6	0	0	0	36	0	0	100
7	0	0	70	37	0	0	0
8	0	0	0	38	0	0	0
9	50	100	0	39	25	0	0
10	0	0	0	40	0	0	0
11	25	0	0	41	0	50	0
12	0	0	0	42	0	0	0
13	0	0	0	43	0	30	0
14	0	55	0	44	5	0	0
15	0	0	100	45	0	0	100
16	0	25	0	46	0	50	0
17	0	0	0	47	0	5	0
18	25	0	70	48	0	0	0
19	0	0	0	49	0	55	0
20	100	0	0	50	0	0	0
21	100	0	0	51	0	5	0
22	0	0	0	52	0	0	0
23	30	0	0	53	0	0	50
24	0	0	0	54	0	0	0
25	0	0	0	55	0	0	100
26	0	0	0	56	5	0	0
27	0	50	55	57	30	0	0
28	0	0	0	58	30	0	0
29	0	0	100	59	5	0	0
30	30	0	0	60	0	0	0

Tabel 4.19 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 213485 (Unit)

Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	0	25	0	31	40	0	0
2	0	70	0	32	0	50	0
3	0	0	70	33	0	0	0
4	0	0	0	34	0	0	0
5	0	0	0	35	0	0	0
6	0	25	0	36	0	0	0
7	70	0	0	37	0	50	0
8	30	0	0	38	40	0	0
9	40	0	55	39	5	0	15
10	0	0	0	40	0	15	0
11	0	0	30	41	25	0	0
12	0	0	0	42	0	0	25
13	0	5	0	43	0	0	0
14	0	0	100	44	0	0	0
15	0	0	0	45	0	0	0
16	0	0	0	46	0	0	0
17	5	0	0	47	0	0	50
18	0	55	25	48	0	25	0
19	15	50	0	49	0	0	0
20	0	0	0	50	55	0	0
21	50	0	50	51	25	55	0
22	0	0	0	52	0	50	5
23	30	0	0	53	0	0	25
24	0	0	40	54	40	0	0
25	0	15	25	55	0	0	0
26	0	0	55	56	0	0	0
27	100	0	0	57	0	25	0
28	25	0	0	58	0	25	0
29	0	0	30	59	0	0	0
30	0	5	55	60	0	25	0

Tabel 4.20 Hasil Pembangkitan Bilangan Acak IN 210114 (Unit)

Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Bulan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	11	0	0	31	25	0	0
2	0	0	5	32	2	1	7
3	15	0	9	33	0	6	10
4	0	5	40	34	0	0	3
5	0	1	17	35	4	0	13
6	0	11	11	36	5	16	13
7	1	10	8	37	2	2	0
8	0	0	0	38	0	0	5
9	6	0	11	39	0	2	0
10	0	10	0	40	0	2	13
11	8	0	25	41	16	1	0
12	40	0	0	42	5	0	4

13	0	10	0	43	1	3	2
14	25	0	10	44	3	3	8
15	0	11	10	45	8	5	0
16	6	2	8	46	2	1	4
17	0	2	13	47	1	0	1
18	2	11	0	48	2	10	0
19	0	0	2	49	6	1	0
20	0	5	15	50	0	5	0
21	6	11	10	51	40	1	0
22	0	8	0	52	0	2	6
23	4	0	0	53	1	7	4
24	2	1	2	54	4	5	0
25	10	9	5	55	0	0	1
26	1	1	0	56	17	5	0
27	8	9	2	57	10	0	13
28	13	0	1	58	5	6	17
29	0	0	0	59	5	0	1
30	15	17	10	60	10	5	25

4.4.2.2 Validasi Data Pembangkitan Bilangan Acak

Selanjutnya yang akan dilakukan setelah pembangkitan bilangan acak adalah menilai validitas data pemakaian suku cadang yang telah dibangkitkan sebelumnya. Data pemakaian suku cadang yang telah dibangkitkan ini dapat dikatakan *valid* jika data pemakaian suku cadang tersebut tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan data historis pemakaian suku cadang mesin produksi. Oleh karena itu akan dilakukan uji kesamaan dua rata-rata untuk menilai validitas dari data tersebut.

Uji kesamaan dua rata-rata ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dari rata-rata nilai data historis pemakaian suku cadang dengan data pembangkitan bilangan acak. Jika dalam uji tersebut didapatkan hasil bahwa kedua nilai rata-rata tidak berbeda secara signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa data historis pemakaian suku cadang sama dengan data pembangkitan bilangan acak. Validitas data pembangkitan bilangan acak ini (data yang tidak berdistribusi normal) akan dilakukan dengan bantuan *Software Minitab 16.1* (*Stat* → *Nonparametrics* → *Mann Whitney*). Berikut ini adalah hasil uji kesamaan dua rata-rata antara data historis dan data pembangkitan dari 8 sampel data:

Tabel 4.21 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi
IN 212068 (Unit)

Replikasi	α	P _{hitung}	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.7723	$0.7723 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.8061	$0.8061 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.2571	$0.2571 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.22 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi
IN 230139 (Unit)

Replikasi	α	P _{hitung}	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.1418	$0.1418 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.5890	$0.5890 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.8282	$0.8282 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.23 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi
IN 243448 (Unit)

Replikasi	α	P _{hitung}	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.4203	$0.4203 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.8242	$0.8242 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.3199	$0.3199 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.24 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi
IN 211240 (Unit)

Replikasi	α	P _{hitung}	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.6590	$0.6590 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.4309	$0.4309 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.3140	$0.3140 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.25 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi
IN 213347 (Unit)

Replikasi	α	P _{hitung}	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.8427	$0.8427 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.0672	$0.0672 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.9435	$0.9435 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.26 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi
IN 212829 (Unit)

Replikasi	α	P _{hitung}	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.9429	$0.9429 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.2382	$0.2382 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.6561	$0.6561 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.27 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi
IN 213485 (Unit)

Replikasi	α	P _{hitung}	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.0540	$0.0540 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.0923	$0.0923 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.0706	$0.0706 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Tabel 4.28 Uji Kesamaan Rata-Rata Antara Data Histori dan Replikasi
IN 210114 (Unit)

Replikasi	α	P _{hitung}	Hasil Uji	Keterangan
Replikasi 1	0.05	0.9914	$0.9914 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 2	0.05	0.5224	$0.5224 \geq 0.05$	2 rata-rata sama
Replikasi 3	0.05	0.6346	$0.6346 \geq 0.05$	2 rata-rata sama

Dari hasil uji kesamaan rata-rata antara data history demand dan data replikasi dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara rata-rata dari data history demand dan rata-rata pembangkitan acak hasil dari simulasi *Monte Carlo*. Hasil uji kesamaan rata-rata antara data history dan data replikasi dari *Software Minitab 16.1* dapat dilihat pada bagian lampiran 3.

4.4.2.3 Setting Parameter Input

Parameter input ini akan dijadikan sebagai masukan awal dari simulasi persediaan dan pemesanan suku cadang. Parameter yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah parameter persediaan dengan menggunakan pendekatan EOQ yang meliputi jumlah pemesanan, *reorder point*, *safety stock*, dan *maximum stock*. Berikut merupakan contoh perhitungan parameter *input* yang dilakukan untuk *item number* 212068 (GAUGE: PRESSURE, 0-1000 PSI, ASHCROFT 0-1000-4-1/2DIA-1/2). Data rata-rata dan standar deviasi diperoleh dari data *history demand* dari suku cadang.

- a. Jumlah Pemesanan

$$Q^* = \sqrt{\left(\frac{2C_oD}{h}\right)} = \sqrt{\left(\frac{2 \times 100 \times 4.08}{1.80}\right)} = 21.30 \approx 21 \text{ Unit}$$

- b. *Safety Stock*

$$SS = Z \times Sd_1 = Z \times (Std \times \sqrt{1}) = 1.645 \times (5.41 \times \sqrt{1}) = 8.89 \approx 9 \text{ unit}$$

- c. *Reorder Point (ROP/s)*

$$s = (D \times l) + SS = (4.08 \times 1) + 9 = 13.08 \approx 13 \text{ Unit}$$

d. *Maximum Stock*

$$S = s + Q^* = 13 + 21 = 34 \text{ Unit}$$

Dari tabel 4.29 dapat dilihat hasil perhitungan untuk parameter *input* dari 8 *sample* data.

Tabel 4.29 Hasil Perhitungan Parameter *Input* (Unit)

No	Item Number	D	Stdev	Q	SS	s (ROP)	S (Max Stock)
1	212068	4.08	5.41	21	9	13	34
2	230139	1.08	1.63	23	3	4	27
3	243448	12.63	27.63	208	45	58	266
4	211240	1.30	2.23	6	4	5	11
5	213347	4.63	8.28	43	14	18	61
6	212829	13.25	28.31	404	47	60	464
7	213485	8.62	18.43	28	30	39	67
8	210114	5.42	7.67	17	13	18	35

4.4.2.4 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN212068

Pada subbab ini akan dilakukan simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN212068 dengan pendekatan *periodic review* (R, s, S) *system*. Data yang digunakan dalam simulasi ini adalah data yang telah dibangkitkan dalam pembangkitan bilangan acak sebelumnya dan data pemakaian suku cadang. Simulasi pertama dilakukan dengan menggunakan nilai parameter *input* yang sesuai dengan hasil perhitungan pada subbab sebelumnya ($s = 13$ dan $S = 34$), sedangkan data demand menggunakan *history* pemakaian suku cadang. Tabel 4.30 menunjukkan hasil pengolahan data pemakaian suku cadang IN212068 dalam simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan dengan pendekatan *periodic review* (R, s, S) *system*.

Tabel 4.30 Simulasi Persediaan dan Pemesanan IN212068 ($s = 13$, $S = 34$)

Bulan	Stock Awal	Receipt	Total Stock	Demand	Shortage	Stock Akhir	s	S	Order	Order(I/O)
Jan-11	0	0	0	1	1	0	13	34	34	1
Feb-11	0	34	33	2	0	31	13	34	0	0
Mar-11	31	0	31	0	0	31	13	34	0	0
Apr-11	31	0	31	6	0	25	13	34	0	0
May-11	25	0	25	6	0	19	13	34	0	0
Jun-11	19	0	19	6	0	13	13	34	0	0
Jul-11	13	0	13	9	0	4	13	34	30	1
Aug-11	4	30	34	0	0	34	13	34	0	0
Sep-11	34	0	34	0	0	34	13	34	0	0
Oct-11	34	0	34	0	0	34	13	34	0	0

Nov-11	34	0	34	3	0	31	13	34	0	0
Dec-11	31	0	31	9	0	22	13	34	0	0
Jan-12	22	0	22	1	0	21	13	34	0	0
Feb-12	21	0	21	7	0	14	13	34	0	0
Mar-12	14	0	14	12	0	2	13	34	32	1
Apr-12	2	32	34	0	0	34	13	34	0	0
May-12	34	0	34	0	0	34	13	34	0	0
Jun-12	34	0	34	0	0	34	13	34	0	0
Jul-12	34	0	34	0	0	34	13	34	0	0
Aug-12	34	0	34	6	0	28	13	34	0	0
Sep-12	28	0	28	0	0	28	13	34	0	0
Oct-12	28	0	28	0	0	28	13	34	0	0
Nov-12	28	0	28	2	0	26	13	34	0	0
Dec-12	26	0	26	6	0	20	13	34	0	0
Jan-13	20	0	20	10	0	10	13	34	24	1
Feb-13	10	24	34	9	0	25	13	34	0	0
Mar-13	25	0	25	21	0	4	13	34	30	1
Apr-13	4	30	34	10	0	24	13	34	0	0
May-13	24	0	24	1	0	23	13	34	0	0
Jun-13	23	0	23	17	0	6	13	34	28	1
Jul-13	6	28	34	0	0	34	13	34	0	0
Aug-13	34	0	34	0	0	34	13	34	0	0
Sep-13	34	0	34	19	0	15	13	34	0	0
Oct-13	15	0	15	14	0	1	13	34	33	1
Nov-13	1	33	34	0	0	34	13	34	0	0
Dec-13	34	0	34	0	0	34	13	34	0	0
Jan-14	34	0	34	5	0	29	13	34	0	0
Feb-14	29	0	29	0	0	29	13	34	0	0
Mar-14	29	0	29	0	0	29	13	34	0	0
Apr-14	29	0	29	6	0	23	13	34	0	0
May-14	23	0	23	4	0	19	13	34	0	0
Jun-14	19	0	19	0	0	19	13	34	0	0
Jul-14	19	0	19	5	0	14	13	34	0	0
Aug-14	14	0	14	1	0	13	13	34	0	0
Sep-14	13	0	13	0	0	13	13	34	0	0
Oct-14	13	0	13	0	0	13	13	34	0	0
Nov-14	13	0	13	1	0	12	13	34	22	1
Dec-14	12	22	34	17	0	17	13	34	0	0
Jan-15	17	0	17	0	0	17	13	34	0	0
Feb-15	17	0	17	5	0	12	13	34	22	1
Mar-15	12	22	34	1	0	33	13	34	0	0
Apr-15	33	0	33	12	0	21	13	34	0	0
May-15	21	0	21	3	0	18	13	34	0	0
Jun-15	18	0	18	2	0	16	13	34	0	0
Jul-15	16	0	16	0	0	16	13	34	0	0
Aug-15	16	0	16	5	0	11	13	34	23	1
Sep-15	11	23	34	1	0	33	13	34	0	0
Oct-15	33	0	33	0	0	33	13	34	0	0
Nov-15	33	0	33	0	0	33	13	34	0	0
Dec-15	33	0	33	0	0	33	13	34	0	0
TOTAL				245	1	1331			278	10

Dari data tabel 4.30 di atas dapat dihitung biaya persediaan dan *service level* untuk *item number (IN)* 212068 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Biaya Penyimpanan} &= \text{Jumlah Stock} \times \text{Holding cost} \\ &= 1331 \times \$ 1.80 = \$ 2,396.90\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya Pemesanan} &= \text{Jumlah Order} \times \text{Order Cost} \\ &= 10 \times \$ 100 = \$1000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya Pembelian} &= \text{Jumlah satuan} \times \text{Item Price} \\ &= 278 \times \$ 110.82 = \$ 30,807.96\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total Biaya} &= \text{Biaya Penyimpanan} + \text{Biaya Pemesanan} + \text{Biaya Pembelian} \\ &= \$ 2,396.90 + \$1000 + \$ 30,807.96 \\ &= \$ 34,204.86\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Service Level} &= \frac{\text{Jumlah Demand} - \text{Jumlah Shortage}}{\text{Jumlah Demand}} \\ &= \frac{245 - 1}{245} = 99.59\% \approx 100\%\end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama, dilakukan simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN212068 dengan menggunakan kombinasi nilai *s* dan *S*. Nilai *s* sebesar 11 hingga 15, dan nilai *S* sebesar 32 hingga 36. Hasil perhitungan untuk biaya persediaan dan *service level* dari simulasi ini dapat dilihat dalam tabel 4.31.

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Simulasi *s* dan *S* IN212068

Ekspe- rimen	Nilai <i>s</i>	Nilai <i>S</i>	Biaya Penyimpanan	Biaya Pemesanan	Biaya Pembelian	Total Cost	Service Level
Histori	13	34	\$ 8,788.03	\$ 1,000.00	\$ 42,998.16	\$52,786.19	95%
1	11	32	\$ 2,276.24	\$ 1,000.00	\$ 30,586.32	\$33,862.56	99%
2	11	33	\$ 2,283.45	\$ 900.00	\$ 29,588.94	\$32,772.39	97%
3	11	34	\$ 2,391.50	\$ 900.00	\$ 30,032.22	\$33,323.72	98%
4	11	35	\$ 2,364.48	\$ 900.00	\$ 30,918.78	\$34,183.26	99%
5	11	36	\$ 2,481.54	\$ 900.00	\$ 31,029.60	\$34,411.14	99%
6	12	32	\$ 2,182.60	\$ 1,100.00	\$ 30,586.32	\$33,868.92	99%
7	12	33	\$ 2,290.65	\$ 1,000.00	\$ 30,697.14	\$33,987.79	100%
8	12	34	\$ 2,395.10	\$ 900.00	\$ 29,699.76	\$32,994.86	98%
9	12	35	\$ 2,504.95	\$ 900.00	\$ 30,143.04	\$33,547.99	98%
10	12	36	\$ 2,481.54	\$ 900.00	\$ 31,029.60	\$34,411.14	99%
11	13	32	\$ 2,324.87	\$ 1,100.00	\$ 30,586.32	\$34,011.19	99%

12	13	33	\$ 2,278.04	\$ 1,100.00	\$ 30,697.14	\$34,075.18	100%
13	13	34	\$ 2,396.90	\$ 1,000.00	\$ 30,807.96	\$34,204.86	100%
14	13	35	\$ 2,504.95	\$ 900.00	\$ 30,143.04	\$33,547.99	98%
15	13	36	\$ 2,618.40	\$ 900.00	\$ 30,253.86	\$33,772.26	98%
16	14	32	\$ 2,278.04	\$ 1,100.00	\$ 29,478.12	\$32,856.16	99%
17	14	33	\$ 2,445.52	\$ 1,100.00	\$ 30,697.14	\$34,242.66	100%
18	14	34	\$ 2,384.29	\$ 1,100.00	\$ 30,807.96	\$34,292.25	100%
19	14	35	\$ 2,503.15	\$ 1,000.00	\$ 30,918.78	\$34,421.93	100%
20	14	36	\$ 2,618.40	\$ 900.00	\$ 30,253.86	\$33,772.26	98%
21	15	32	\$ 2,278.04	\$ 1,100.00	\$ 29,478.12	\$32,856.16	99%
22	15	33	\$ 2,389.69	\$ 1,100.00	\$ 29,588.94	\$33,078.63	99%
23	15	34	\$ 2,551.77	\$ 1,100.00	\$ 30,807.96	\$34,459.73	100%
24	15	35	\$ 2,490.54	\$ 1,100.00	\$ 30,918.78	\$34,509.32	100%
25	15	36	\$ 2,609.40	\$ 1,000.00	\$ 31,029.60	\$34,639.00	100%

Simulasi yang ketiga melakukan perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN212068 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , serta kombinasi data *demand* dari hasil data pembangkitan bilangan acak dengan *monte carlo*. Berikut tabel 4.32 contoh hasil simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN212068 dengan data *demand* dari hasil data pembangkitan replikasi 1.

Tabel 4.32 Contoh Simulasi Data *Demand* Replikasi 1

Bulan	Stock Awal	Receipt	Total Stock	Demand	Shortage	Stock Akhir	s	S	Order	Order(I/O)
1	0	0	0	1	1	0	13	34	34	1
2	0	34	33	0	0	33	13	34	0	0
3	33	0	33	0	0	33	13	34	0	0
4	33	0	33	10	0	23	13	34	0	0
5	23	0	23	1	0	22	13	34	0	0
6	22	0	22	1	0	21	13	34	0	0
7	21	0	21	1	0	20	13	34	0	0
8	20	0	20	12	0	8	13	34	26	1
9	8	26	34	0	0	34	13	34	0	0
10	34	0	34	0	0	34	13	34	0	0
11	34	0	34	9	0	25	13	34	0	0
12	25	0	25	0	0	25	13	34	0	0
13	25	0	25	6	0	19	13	34	0	0
14	19	0	19	0	0	19	13	34	0	0
15	19	0	19	0	0	19	13	34	0	0
16	19	0	19	4	0	15	13	34	0	0
17	15	0	15	0	0	15	13	34	0	0
18	15	0	15	12	0	3	13	34	31	1
19	3	31	34	12	0	22	13	34	0	0
20	22	0	22	0	0	22	13	34	0	0
21	22	0	22	4	0	18	13	34	0	0
22	18	0	18	10	0	8	13	34	26	1
23	8	26	34	4	0	30	13	34	0	0

24	30	0	30	9	0	21	13	34	0	0
25	21	0	21	0	0	21	13	34	0	0
26	21	0	21	0	0	21	13	34	0	0
27	21	0	21	1	0	20	13	34	0	0
28	20	0	20	10	0	10	13	34	24	1
29	10	24	34	0	0	34	13	34	0	0
30	34	0	34	9	0	25	13	34	0	0
31	25	0	25	1	0	24	13	34	0	0
32	24	0	24	1	0	23	13	34	0	0
33	23	0	23	0	0	23	13	34	0	0
34	23	0	23	5	0	18	13	34	0	0
35	18	0	18	0	0	18	13	34	0	0
36	18	0	18	9	0	9	13	34	25	1
37	9	25	34	0	0	34	13	34	0	0
38	34	0	34	4	0	30	13	34	0	0
39	30	0	30	1	0	29	13	34	0	0
40	29	0	29	17	0	12	13	34	22	1
41	12	22	34	1	0	33	13	34	0	0
42	33	0	33	1	0	32	13	34	0	0
43	32	0	32	1	0	31	13	34	0	0
44	31	0	31	6	0	25	13	34	0	0
45	25	0	25	1	0	24	13	34	0	0
46	24	0	24	17	0	7	13	34	27	1
47	7	27	34	6	0	28	13	34	0	0
48	28	0	28	0	0	28	13	34	0	0
49	28	0	28	0	0	28	13	34	0	0
50	28	0	28	0	0	28	13	34	0	0
51	28	0	28	0	0	28	13	34	0	0
52	28	0	28	6	0	22	13	34	0	0
53	22	0	22	5	0	17	13	34	0	0
54	17	0	17	17	0	0	13	34	34	1
55	0	34	34	0	0	34	13	34	0	0
56	34	0	34	7	0	27	13	34	0	0
57	27	0	27	0	0	27	13	34	0	0
58	27	0	27	9	0	18	13	34	0	0
59	18	0	18	6	0	12	13	34	22	1
60	12	22	34	6	0	28	13	34	0	0
TOTAL				243	1	1317			271	10

Dengan cara yang sama, dilakukan simulasi perhitungan dengan kombinasi nilai s dan S menggunakan 3 replikasi data *demand* hasil pembangkitan data acak *monte carlo*. Tabel 4.33 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN212068 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , serta kombinasi data *demand* dari hasil data pembangkitan bilangan acak dengan *monte carlo*.

Tabel 4.33 Hasil Perhitungan Simulasi IN212068

Ekspe- rimen	Nilai s (ROP)	Nilai S (Max Stock)	TOTAL COST				SERVICE LEVEL			
			Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata-Rata	Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata- Rata
1	11	32	\$32,955.36	\$33,799.52	\$26,858.35	\$31,204.41	99%	98%	100%	99%
2	11	33	\$33,149.02	\$33,714.90	\$27,052.01	\$31,305.31	99%	97%	100%	99%
3	11	34	\$33,964.38	\$33,946.37	\$27,233.06	\$31,714.60	100%	97%	100%	99%
4	11	35	\$34,014.82	\$31,493.11	\$27,000.77	\$30,836.23	98%	97%	96%	97%
5	11	36	\$34,240.89	\$34,077.01	\$27,039.56	\$31,785.82	99%	93%	97%	96%
6	12	32	\$32,955.36	\$33,839.14	\$26,878.16	\$31,224.22	99%	98%	100%	99%
7	12	33	\$33,179.63	\$34,016.59	\$27,075.42	\$31,423.88	99%	98%	100%	99%
8	12	34	\$33,998.59	\$33,946.37	\$27,269.08	\$31,738.01	100%	97%	100%	99%
9	12	35	\$34,181.45	\$34,177.85	\$27,450.13	\$31,936.48	100%	98%	100%	99%
10	12	36	\$34,240.89	\$31,693.97	\$27,118.80	\$31,017.88	99%	98%	97%	98%
11	13	32	\$32,955.36	\$33,893.16	\$27,828.71	\$31,559.08	99%	98%	100%	99%
12	13	33	\$33,179.63	\$34,056.21	\$27,095.23	\$31,443.69	99%	98%	100%	99%
13	13	34	\$33,403.91	\$34,233.66	\$27,292.49	\$31,643.35	100%	98%	100%	99%
14	13	35	\$34,215.66	\$34,177.85	\$27,486.15	\$31,959.89	100%	98%	100%	99%
15	13	36	\$34,398.52	\$34,394.91	\$27,667.20	\$32,153.54	100%	98%	100%	99%
16	14	32	\$33,201.23	\$33,918.37	\$27,828.71	\$31,649.44	99%	98%	100%	99%
17	14	33	\$33,179.63	\$34,110.23	\$28,045.77	\$31,778.55	99%	98%	100%	99%
18	14	34	\$33,403.91	\$34,273.27	\$27,312.30	\$31,663.16	100%	98%	100%	99%
19	14	35	\$33,620.98	\$34,450.72	\$27,509.56	\$31,860.42	100%	98%	100%	99%
20	14	36	\$34,432.73	\$34,394.91	\$27,703.22	\$32,176.95	100%	98%	100%	99%
21	15	32	\$32,534.51	\$33,918.37	\$27,893.54	\$31,448.81	99%	98%	97%	98%
22	15	33	\$33,425.50	\$34,135.44	\$28,045.77	\$31,868.91	99%	98%	100%	99%
23	15	34	\$33,403.91	\$34,327.30	\$28,262.84	\$31,998.02	100%	98%	100%	99%
24	15	35	\$33,620.98	\$34,490.34	\$27,529.37	\$31,880.23	100%	98%	100%	99%
25	15	36	\$33,838.04	\$34,667.79	\$27,726.63	\$32,077.49	100%	98%	100%	99%

4.4.2.5 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN230139

Dengan langkah yang sama dengan perhitungan suku cadang IN 212068, dilakukan simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN230139 dengan pendekatan *periodic review* (R, s, S) system. Tabel 4.34 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN230139 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S, dengan data *demand* histori. Nilai s sebesar 2 hingga 6, dan nilai S sebesar 25 hingga 29.

Tabel 4.34 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN230139

Ekspe- rimen	Nilai s	Nilai S	Biaya Penyimpanan	Biaya Pemesanan	Biaya Pembelian	Total Cost	Service Level
Histori	4	27	\$ 449.02	\$ 400.00	\$ 1,634.16	\$ 2,483.18	94%
1	2	25	\$ 342.40	\$ 300.00	\$ 1,857.00	\$ 2,499.40	97%
2	2	26	\$ 383.04	\$ 300.00	\$ 1,906.52	\$ 2,589.56	100%
3	2	27	\$ 372.98	\$ 300.00	\$ 1,980.80	\$ 2,653.78	97%
4	2	28	\$ 420.05	\$ 300.00	\$ 2,055.08	\$ 2,775.13	100%

5	2	29	\$ 437.76	\$ 300.00	\$ 2,129.36	\$ 2,867.12	100%
6	3	25	\$ 342.40	\$ 300.00	\$ 1,857.00	\$ 2,499.40	97%
7	3	26	\$ 383.04	\$ 300.00	\$ 1,906.52	\$ 2,589.56	100%
8	3	27	\$ 406.78	\$ 300.00	\$ 1,931.28	\$ 2,638.06	100%
9	3	28	\$ 399.13	\$ 300.00	\$ 2,030.32	\$ 2,729.45	98%
10	3	29	\$ 443.79	\$ 300.00	\$ 2,079.84	\$ 2,823.63	100%
11	4	25	\$ 346.42	\$ 300.00	\$ 1,782.72	\$ 2,429.14	98%
12	4	26	\$ 383.04	\$ 300.00	\$ 1,906.52	\$ 2,589.56	100%
13	4	27	\$ 406.78	\$ 300.00	\$ 1,931.28	\$ 2,638.06	100%
14	4	28	\$ 430.51	\$ 300.00	\$ 1,956.04	\$ 2,686.55	100%
15	4	29	\$ 425.28	\$ 300.00	\$ 2,079.84	\$ 2,805.12	100%
16	5	25	\$ 371.37	\$ 400.00	\$ 2,228.40	\$ 2,999.77	100%
17	5	26	\$ 383.04	\$ 300.00	\$ 1,906.52	\$ 2,589.56	100%
18	5	27	\$ 406.78	\$ 300.00	\$ 1,931.28	\$ 2,638.06	100%
19	5	28	\$ 430.51	\$ 300.00	\$ 1,956.04	\$ 2,686.55	100%
20	5	29	\$ 454.25	\$ 300.00	\$ 1,980.80	\$ 2,735.05	100%
21	6	25	\$ 387.46	\$ 400.00	\$ 2,154.12	\$ 2,941.58	100%
22	6	26	\$ 395.11	\$ 400.00	\$ 2,253.16	\$ 3,048.27	100%
23	6	27	\$ 406.78	\$ 300.00	\$ 1,931.28	\$ 2,638.06	100%
24	6	28	\$ 430.51	\$ 300.00	\$ 1,956.04	\$ 2,686.55	100%
25	6	29	\$ 454.25	\$ 300.00	\$ 1,980.80	\$ 2,735.05	100%

Kemudian dilakukan simulasi perhitungan dengan kombinasi nilai s dan S menggunakan 3 replikasi data *demand* hasil pembangkitan data acak *monte carlo*. Tabel 4.35 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN230139 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , serta kombinasi data *demand* dari hasil data pembangkitan bilangan acak dengan *monte carlo*.

Tabel 4.35 Hasil Perhitungan Simulasi IN230139

Ekspe- rimen	Nilai s (ROP)	Nilai S (Max Stock)	TOTAL COST				SERVICE LEVEL			
			Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata-Rata	Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata- Rata
1	2	25	\$ 1,786.03	\$ 3,151.80	\$ 2,427.56	\$2,455.13	97%	96%	97%	97%
2	2	26	\$ 1,865.33	\$ 2,506.05	\$ 2,524.78	\$2,298.72	100%	96%	97%	98%
3	2	27	\$ 1,913.83	\$ 2,600.85	\$ 2,615.56	\$2,376.74	100%	96%	93%	96%
4	2	28	\$ 1,971.79	\$ 2,712.99	\$ 2,703.52	\$2,462.77	100%	93%	97%	97%
5	2	29	\$ 2,028.15	\$ 2,776.80	\$ 2,739.36	\$2,514.77	100%	92%	97%	96%
6	3	25	\$ 1,751.00	\$ 3,107.69	\$ 2,427.56	\$2,428.75	100%	96%	97%	98%
7	3	26	\$ 1,865.33	\$ 3,200.29	\$ 2,476.06	\$2,513.89	100%	96%	97%	98%
8	3	27	\$ 1,913.83	\$ 2,554.55	\$ 2,573.28	\$2,347.22	100%	96%	97%	98%
9	3	28	\$ 1,962.32	\$ 2,649.35	\$ 2,692.44	\$2,434.70	100%	96%	95%	97%
10	3	29	\$ 2,020.29	\$ 2,771.14	\$ 2,752.01	\$2,514.48	100%	95%	97%	97%
11	4	25	\$ 1,736.30	\$ 3,083.33	\$ 2,377.24	\$2,398.96	100%	96%	97%	98%
12	4	26	\$ 1,799.50	\$ 3,156.19	\$ 2,476.06	\$2,477.25	100%	96%	97%	98%
13	4	27	\$ 1,913.83	\$ 3,248.79	\$ 2,524.56	\$2,562.39	100%	96%	97%	98%
14	4	28	\$ 1,962.32	\$ 2,603.05	\$ 2,621.78	\$2,395.72	100%	96%	97%	98%
15	4	29	\$ 2,010.82	\$ 2,697.85	\$ 2,769.31	\$2,492.66	100%	96%	97%	98%

16	5	25	\$ 1,736.30	\$ 2,984.70	\$ 2,377.24	\$2,366.08	100%	96%	97%	98%
17	5	26	\$ 1,784.79	\$ 3,131.83	\$ 2,425.74	\$2,447.46	100%	96%	97%	98%
18	5	27	\$ 1,847.99	\$ 3,204.69	\$ 2,524.56	\$2,525.75	100%	96%	97%	98%
19	5	28	\$ 1,962.32	\$ 3,297.29	\$ 2,573.06	\$2,610.89	100%	96%	97%	98%
20	5	29	\$ 2,010.82	\$ 2,651.55	\$ 2,670.27	\$2,444.22	100%	96%	97%	98%
21	6	25	\$ 1,736.30	\$ 2,984.70	\$ 2,280.61	\$2,333.87	100%	96%	97%	98%
22	6	26	\$ 1,784.79	\$ 3,033.20	\$ 2,425.74	\$2,414.58	100%	96%	97%	98%
23	6	27	\$ 1,833.29	\$ 3,180.33	\$ 2,474.24	\$2,495.95	100%	96%	97%	98%
24	6	28	\$ 1,896.49	\$ 3,253.19	\$ 2,573.06	\$2,574.25	100%	96%	97%	98%
25	6	29	\$ 2,010.82	\$ 3,345.79	\$ 2,621.56	\$2,659.39	100%	96%	97%	98%

4.4.2.6 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN243448

Dengan langkah yang sama dengan perhitungan suku cadang IN 212068, dilakukan simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN243448 dengan pendekatan *periodic review (R, s, S) system*. Tabel 4.36 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN243448 dengan menggunakan kombinasi nilai *s* dan *S*, dengan data *demand* histori. Nilai *s* sebesar 56 hingga 60, dan nilai *S* sebesar 264 hingga 268.

Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Simulasi *s* dan *S* IN243448

Ekspe- rimen	Nilai <i>s</i>	Nilai <i>S</i>	Biaya Penyimpanan	Biaya Pemesanan	Biaya Pembelian	Total Cost	Service Level
Histori	58	266	\$ 419.91	\$ 300.00	\$ 2,584.80	\$ 3,304.71	66%
1	56	264	\$ 545.46	\$ 400.00	\$ 3,661.80	\$ 4,607.26	91%
2	56	265	\$ 552.57	\$ 400.00	\$ 3,665.39	\$ 4,617.96	91%
3	56	266	\$ 559.69	\$ 400.00	\$ 3,668.98	\$ 4,628.67	91%
4	56	267	\$ 566.81	\$ 400.00	\$ 3,672.57	\$ 4,639.38	92%
5	56	268	\$ 573.92	\$ 400.00	\$ 3,676.16	\$ 4,650.08	92%
6	57	264	\$ 491.90	\$ 400.00	\$ 3,590.00	\$ 4,481.90	96%
7	57	265	\$ 552.57	\$ 400.00	\$ 3,665.39	\$ 4,617.96	91%
8	57	266	\$ 559.69	\$ 400.00	\$ 3,668.98	\$ 4,628.67	91%
9	57	267	\$ 562.84	\$ 400.00	\$ 3,668.98	\$ 4,631.82	92%
10	57	268	\$ 573.92	\$ 400.00	\$ 3,676.16	\$ 4,650.08	92%
11	58	264	\$ 491.90	\$ 400.00	\$ 3,590.00	\$ 4,481.90	96%
12	58	265	\$ 552.57	\$ 400.00	\$ 3,665.39	\$ 4,617.96	91%
13	58	266	\$ 559.69	\$ 400.00	\$ 3,668.98	\$ 4,628.67	91%
14	58	267	\$ 566.81	\$ 400.00	\$ 3,672.57	\$ 4,639.38	92%
15	58	268	\$ 573.92	\$ 400.00	\$ 3,676.16	\$ 4,650.08	92%
16	59	264	\$ 491.90	\$ 400.00	\$ 3,590.00	\$ 4,481.90	96%
17	59	265	\$ 496.57	\$ 400.00	\$ 3,597.18	\$ 4,493.75	96%
18	59	266	\$ 559.69	\$ 400.00	\$ 3,668.98	\$ 4,628.67	91%
19	59	267	\$ 566.81	\$ 400.00	\$ 3,672.57	\$ 4,639.38	92%
20	59	268	\$ 573.92	\$ 400.00	\$ 3,676.16	\$ 4,650.08	92%

21	60	264	\$ 491.90	\$ 400.00	\$ 3,590.00	\$ 4,481.90	96%
22	60	265	\$ 496.57	\$ 400.00	\$ 3,597.18	\$ 4,493.75	96%
23	60	266	\$ 559.69	\$ 400.00	\$ 3,668.98	\$ 4,628.67	91%
24	60	267	\$ 566.81	\$ 400.00	\$ 3,672.57	\$ 4,639.38	92%
25	60	268	\$ 573.92	\$ 400.00	\$ 3,676.16	\$ 4,650.08	92%

Kemudian dilakukan simulasi perhitungan dengan kombinasi nilai s dan S menggunakan 3 replikasi data *demand* hasil pembangkitan data acak *monte carlo*. Tabel 4.37 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN243448 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , serta kombinasi data *demand* dari hasil data pembangkitan bilangan acak dengan *monte carlo*.

Tabel 4.37 Hasil Perhitungan Simulasi IN243448

Ekspe- rimen	Nilai s (ROP)	Nilai S (Max Stock)	TOTAL COST				SERVICE LEVEL			
			Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata-Rata	Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata- Rata
1	56	264	\$ 5,705.06	\$ 3,655.56	\$ 2,579.25	\$3,979.96	97%	100%	85%	94%
2	56	265	\$ 5,717.23	\$ 3,662.59	\$ 2,590.98	\$3,990.27	100%	100%	85%	95%
3	56	266	\$ 5,729.39	\$ 3,669.62	\$ 2,602.72	\$4,000.58	100%	100%	86%	95%
4	56	267	\$ 5,741.56	\$ 3,676.66	\$ 2,614.45	\$4,010.89	100%	100%	86%	95%
5	56	268	\$ 5,822.49	\$ 3,683.69	\$ 2,626.18	\$4,044.12	100%	100%	86%	95%
6	57	264	\$ 5,705.06	\$ 3,655.56	\$ 3,297.78	\$4,219.47	100%	100%	95%	98%
7	57	265	\$ 5,717.23	\$ 3,662.59	\$ 2,590.98	\$3,990.27	100%	100%	85%	95%
8	57	266	\$ 5,729.39	\$ 3,669.62	\$ 2,602.72	\$4,000.58	100%	100%	86%	95%
9	57	267	\$ 5,741.56	\$ 3,676.66	\$ 2,614.45	\$4,010.89	100%	100%	86%	95%
10	57	268	\$ 5,753.72	\$ 3,683.69	\$ 2,626.18	\$4,021.20	100%	100%	86%	95%
11	58	264	\$ 5,705.06	\$ 3,655.56	\$ 3,297.78	\$4,219.47	100%	100%	95%	98%
12	58	265	\$ 5,717.23	\$ 3,662.59	\$ 3,304.81	\$4,228.21	100%	100%	95%	98%
13	58	266	\$ 5,729.39	\$ 3,669.62	\$ 2,602.72	\$4,000.58	100%	100%	86%	95%
14	58	267	\$ 5,741.56	\$ 3,676.66	\$ 2,614.45	\$4,010.89	100%	100%	86%	95%
15	58	268	\$ 5,753.72	\$ 3,683.69	\$ 2,626.18	\$4,021.20	100%	100%	86%	95%
16	59	264	\$ 5,705.06	\$ 3,655.56	\$ 3,297.78	\$4,219.47	100%	100%	95%	98%
17	59	265	\$ 5,717.23	\$ 3,662.59	\$ 3,304.81	\$4,228.21	100%	100%	95%	98%
18	59	266	\$ 5,729.39	\$ 3,669.62	\$ 3,311.84	\$4,236.95	100%	100%	95%	98%
19	59	267	\$ 5,741.56	\$ 3,676.66	\$ 2,614.45	\$4,010.89	100%	100%	86%	95%
20	59	268	\$ 5,753.72	\$ 3,683.69	\$ 2,626.18	\$4,021.20	100%	100%	86%	95%
21	60	264	\$ 5,705.06	\$ 3,655.56	\$ 3,290.65	\$4,217.09	100%	100%	95%	98%
22	60	265	\$ 5,717.23	\$ 3,662.59	\$ 3,304.81	\$4,228.21	100%	100%	95%	98%
23	60	266	\$ 5,729.39	\$ 3,669.62	\$ 3,311.84	\$4,236.95	100%	100%	95%	98%
24	60	267	\$ 5,741.56	\$ 3,676.66	\$ 3,318.88	\$4,245.70	100%	100%	95%	98%
25	60	268	\$ 5,753.72	\$ 3,683.69	\$ 2,626.18	\$4,021.20	100%	100%	86%	95%

4.4.2.7 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN211240

Dengan langkah yang sama dengan perhitungan suku cadang IN 212068, dilakukan simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN211240 dengan pendekatan *periodic review (R, s, S) system*. Tabel 4.38 merupakan hasil

perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN211240 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , dengan data *demand* histori. Nilai s sebesar 3 hingga 7, dan nilai S sebesar 9 hingga 13.

Tabel 4.38 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN211240

Ekspe- rimen	Nilai s	Nilai S	Biaya Penyimpanan	Biaya Pemesanan	Biaya Pembelian	Total Cost	Service Level
Histori	5	11	\$ 2,591.88	\$ 1,000.00	\$ 39,500.00	\$ 43,091.88	55%
1	3	9	\$ 2,226.25	\$ 1,000.00	\$ 41,500.00	\$ 44,726.25	85%
2	3	10	\$ 2,778.75	\$ 900.00	\$ 43,000.00	\$ 46,678.75	91%
3	3	11	\$ 2,908.75	\$ 800.00	\$ 43,500.00	\$ 47,208.75	88%
4	3	12	\$ 3,412.50	\$ 800.00	\$ 44,500.00	\$ 48,712.50	94%
5	3	13	\$ 4,054.38	\$ 700.00	\$ 44,000.00	\$ 48,754.38	95%
6	4	9	\$ 2,624.38	\$ 1,100.00	\$ 42,500.00	\$ 46,224.38	90%
7	4	10	\$ 3,095.63	\$ 1,000.00	\$ 43,000.00	\$ 47,095.63	97%
8	4	11	\$ 3,323.13	\$ 900.00	\$ 43,500.00	\$ 47,723.13	95%
9	4	12	\$ 3,485.63	\$ 800.00	\$ 44,000.00	\$ 48,285.63	94%
10	4	13	\$ 3,940.63	\$ 800.00	\$ 45,000.00	\$ 49,740.63	96%
11	5	9	\$ 3,071.25	\$ 1,200.00	\$ 42,500.00	\$ 46,771.25	99%
12	5	10	\$ 2,973.75	\$ 1,000.00	\$ 43,000.00	\$ 46,973.75	94%
13	5	11	\$ 3,558.75	\$ 1,000.00	\$ 43,500.00	\$ 48,058.75	99%
14	5	12	\$ 3,851.25	\$ 900.00	\$ 44,000.00	\$ 48,751.25	97%
15	5	13	\$ 4,013.75	\$ 800.00	\$ 44,500.00	\$ 49,313.75	96%
16	6	9	\$ 3,144.38	\$ 1,200.00	\$ 42,500.00	\$ 46,844.38	97%
17	6	10	\$ 3,558.75	\$ 1,200.00	\$ 43,000.00	\$ 47,758.75	100%
18	6	11	\$ 3,485.63	\$ 1,000.00	\$ 43,500.00	\$ 47,985.63	96%
19	6	12	\$ 4,046.25	\$ 1,000.00	\$ 44,000.00	\$ 49,046.25	100%
20	6	13	\$ 4,574.38	\$ 900.00	\$ 45,000.00	\$ 50,474.38	100%
21	7	9	\$ 3,306.88	\$ 1,600.00	\$ 42,500.00	\$ 47,406.88	99%
22	7	10	\$ 3,664.38	\$ 1,200.00	\$ 43,000.00	\$ 47,864.38	100%
23	7	11	\$ 4,038.13	\$ 1,200.00	\$ 43,500.00	\$ 48,738.13	100%
24	7	12	\$ 3,989.38	\$ 1,000.00	\$ 44,000.00	\$ 48,989.38	99%
25	7	13	\$ 4,525.63	\$ 1,000.00	\$ 44,500.00	\$ 50,025.63	100%

Kemudian dilakukan simulasi perhitungan dengan kombinasi nilai s dan S menggunakan 3 replikasi data *demand* hasil pembangkitan data acak *monte carlo*. Tabel 4.39 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN211240 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , serta kombinasi data *demand* dari hasil data pembangkitan bilangan acak dengan *monte carlo*.

Tabel 4.39 Hasil Perhitungan Simulasi IN211240

Ekspe- rimen	Nilai s (ROP)	Nilai S (Max Stock)	TOTAL COST				SERVICE LEVEL			
			Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata-Rata	Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata- Rata
1	3	9	\$ 42,136.25	\$ 32,348.75	\$ 35,456.88	\$ 36,647.29	99%	96%	98%	98%
2	3	10	\$ 41,208.75	\$ 31,492.50	\$ 32,435.63	\$ 35,045.63	94%	92%	98%	95%
3	3	11	\$ 39,198.13	\$ 34,252.50	\$ 33,471.88	\$ 35,640.83	90%	96%	100%	95%
4	3	12	\$ 44,023.13	\$ 31,566.88	\$ 32,425.00	\$ 36,005.00	93%	100%	89%	94%
5	3	13	\$ 42,752.50	\$ 34,583.13	\$ 36,013.75	\$ 37,783.13	87%	94%	98%	93%
6	4	9	\$ 42,250.00	\$ 31,486.88	\$ 35,985.00	\$ 36,573.96	99%	96%	93%	96%
7	4	10	\$ 43,123.75	\$ 33,901.25	\$ 36,436.25	\$ 37,820.42	100%	100%	100%	100%
8	4	11	\$ 42,220.63	\$ 33,683.13	\$ 33,496.25	\$ 36,466.67	96%	98%	100%	98%
9	4	12	\$ 42,096.25	\$ 36,134.38	\$ 34,451.25	\$ 37,560.63	93%	98%	100%	97%
10	4	13	\$ 39,825.63	\$ 32,546.25	\$ 34,932.50	\$ 35,768.13	96%	100%	98%	98%
11	5	9	\$ 41,380.00	\$ 32,617.50	\$ 36,280.00	\$ 36,759.17	99%	100%	98%	99%
12	5	10	\$ 43,237.50	\$ 33,112.50	\$ 37,013.13	\$ 37,787.71	100%	100%	96%	99%
13	5	11	\$ 44,103.13	\$ 34,880.63	\$ 37,415.63	\$ 38,799.79	100%	100%	100%	100%
14	5	12	\$ 44,037.50	\$ 34,727.50	\$ 34,475.63	\$ 37,746.88	97%	100%	100%	99%
15	5	13	\$ 43,689.38	\$ 37,219.38	\$ 35,430.63	\$ 38,779.79	97%	100%	100%	99%
16	6	9	\$ 41,317.50	\$ 34,750.00	\$ 36,282.50	\$ 37,450.00	99%	100%	98%	99%
17	6	10	\$ 42,367.50	\$ 33,596.88	\$ 37,300.00	\$ 37,754.79	100%	100%	100%	100%
18	6	11	\$ 44,216.88	\$ 34,091.88	\$ 38,122.50	\$ 38,810.42	100%	100%	98%	99%
19	6	12	\$ 45,082.50	\$ 35,860.00	\$ 38,395.00	\$ 39,779.17	100%	100%	100%	100%
20	6	13	\$ 45,081.88	\$ 35,706.88	\$ 35,455.00	\$ 38,747.92	99%	100%	100%	100%
21	7	9	\$ 43,507.50	\$ 35,440.00	\$ 36,783.13	\$ 38,576.88	100%	100%	100%	100%
22	7	10	\$ 42,305.00	\$ 35,729.38	\$ 37,302.50	\$ 38,445.63	100%	100%	100%	100%
23	7	11	\$ 43,346.88	\$ 34,576.25	\$ 38,279.38	\$ 38,734.17	100%	100%	100%	100%
24	7	12	\$ 45,196.25	\$ 35,071.25	\$ 39,118.13	\$ 39,795.21	100%	100%	100%	100%
25	7	13	\$ 46,061.88	\$ 36,839.38	\$ 39,374.38	\$ 40,758.54	100%	100%	100%	100%

4.4.2.8 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN213347

Dengan langkah yang sama dengan perhitungan suku cadang IN 212068, dilakukan simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN213347 dengan pendekatan *periodic review (R, s, S) system*. Tabel 4.40 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN213347 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S, dengan data *demand* histori. Nilai s sebesar 16 hingga 20, dan nilai S sebesar 59 hingga 63.

Tabel 4.40 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN213347

Ekspe- rimen	Nilai s	Nilai S	Biaya Penyimpanan	Biaya Pemesanan	Biaya Pembelian	Total Cost	Service Level
Histori	18	61	\$ 2,604.05	\$ 600.00	\$ 9,088.86	\$ 12,292.91	90%
1	16	59	\$ 1,117.03	\$ 500.00	\$ 7,941.12	\$ 9,558.15	97%
2	16	60	\$ 1,151.31	\$ 500.00	\$ 7,972.14	\$ 9,623.45	97%
3	16	61	\$ 1,044.95	\$ 400.00	\$ 7,072.56	\$ 8,517.51	98%
4	16	62	\$ 1,087.29	\$ 400.00	\$ 7,103.58	\$ 8,590.87	98%
5	16	63	\$ 1,117.03	\$ 400.00	\$ 7,134.60	\$ 8,651.63	98%
6	17	59	\$ 1,152.82	\$ 500.00	\$ 7,848.06	\$ 9,500.88	97%

7	17	60	\$ 1,151.31	\$ 500.00	\$ 7,972.14	\$ 9,623.45	97%
8	17	61	\$ 1,185.58	\$ 500.00	\$ 8,003.16	\$ 9,688.74	98%
9	17	62	\$ 1,087.29	\$ 400.00	\$ 7,103.58	\$ 8,590.87	98%
10	17	63	\$ 1,117.03	\$ 400.00	\$ 7,134.60	\$ 8,651.63	98%
11	18	59	\$ 1,170.46	\$ 500.00	\$ 7,817.04	\$ 9,487.50	97%
12	18	60	\$ 1,187.10	\$ 500.00	\$ 7,879.08	\$ 9,566.18	97%
13	18	61	\$ 1,185.58	\$ 500.00	\$ 8,003.16	\$ 9,688.74	98%
14	18	62	\$ 1,185.58	\$ 500.00	\$ 8,034.18	\$ 9,719.76	98%
15	18	63	\$ 1,117.03	\$ 400.00	\$ 7,134.60	\$ 8,651.63	98%
16	19	59	\$ 1,188.61	\$ 500.00	\$ 7,630.92	\$ 9,319.53	97%
17	19	60	\$ 1,204.74	\$ 500.00	\$ 7,848.06	\$ 9,552.80	97%
18	19	61	\$ 1,221.37	\$ 500.00	\$ 7,910.10	\$ 9,631.47	98%
19	19	62	\$ 1,219.86	\$ 500.00	\$ 8,034.18	\$ 9,754.04	98%
20	19	63	\$ 1,215.32	\$ 500.00	\$ 8,065.20	\$ 9,780.52	98%
21	20	59	\$ 1,128.62	\$ 500.00	\$ 7,010.52	\$ 8,639.14	98%
22	20	60	\$ 1,222.38	\$ 500.00	\$ 7,692.96	\$ 9,415.34	97%
23	20	61	\$ 1,239.02	\$ 500.00	\$ 7,879.08	\$ 9,618.10	98%
24	20	62	\$ 1,255.65	\$ 500.00	\$ 7,941.12	\$ 9,696.77	98%
25	20	63	\$ 1,249.60	\$ 500.00	\$ 8,065.20	\$ 9,814.80	98%

Kemudian dilakukan simulasi perhitungan dengan kombinasi nilai s dan S menggunakan 3 replikasi data *demand* hasil pembangkitan data acak *monte carlo*. Tabel 4.41 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN213347 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , serta kombinasi data *demand* dari hasil data pembangkitan bilangan acak dengan *monte carlo*.

Tabel 4.41 Hasil Perhitungan Simulasi IN213347

Ekspe- rimen	Nilai s (ROP)	Nilai S (Max Stock)	TOTAL COST				SERVICE LEVEL			
			Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata-Rata	Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata- Rata
1	16	59	\$ 9,558.15	\$ 8,141.35	\$ 9,759.66	\$9,153.06	97%	100%	91%	96%
2	16	60	\$ 9,623.45	\$ 8,347.63	\$ 9,811.35	\$9,260.81	97%	100%	92%	96%
3	16	61	\$ 8,517.51	\$ 8,408.39	\$ 10,852.93	\$9,259.61	98%	100%	92%	96%
4	16	62	\$ 8,590.87	\$ 8,469.16	\$ 10,926.29	\$9,328.77	98%	100%	93%	97%
5	16	63	\$ 8,651.63	\$ 8,529.92	\$ 10,993.10	\$9,391.55	98%	100%	93%	97%
6	17	59	\$ 9,500.88	\$ 8,141.35	\$ 9,759.66	\$9,133.96	97%	100%	91%	96%
7	17	60	\$ 9,623.45	\$ 8,202.11	\$ 9,825.47	\$9,217.01	97%	100%	92%	96%
8	17	61	\$ 9,688.74	\$ 8,408.39	\$ 9,877.66	\$9,324.93	98%	100%	92%	97%
9	17	62	\$ 8,590.87	\$ 8,469.16	\$ 10,926.29	\$9,328.77	98%	100%	93%	97%
10	17	63	\$ 8,651.63	\$ 8,529.92	\$ 10,993.10	\$9,391.55	98%	100%	93%	97%
11	18	59	\$ 9,487.50	\$ 8,141.35	\$ 9,759.66	\$9,129.51	97%	100%	91%	96%
12	18	60	\$ 9,566.18	\$ 8,202.11	\$ 9,825.47	\$9,197.92	97%	100%	92%	96%
13	18	61	\$ 9,688.74	\$ 8,262.87	\$ 9,877.66	\$9,276.42	98%	100%	92%	97%
14	18	62	\$ 9,719.76	\$ 8,469.16	\$ 10,926.29	\$9,705.07	98%	100%	93%	97%
15	18	63	\$ 8,651.63	\$ 8,529.92	\$ 10,993.10	\$9,391.55	98%	100%	93%	97%
16	19	59	\$ 9,319.53	\$ 8,141.35	\$ 10,967.50	\$9,476.13	97%	100%	91%	96%
17	19	60	\$ 9,552.80	\$ 8,202.11	\$ 9,825.47	\$9,193.46	97%	100%	92%	96%
18	19	61	\$ 9,631.47	\$ 8,262.87	\$ 9,891.27	\$9,261.87	98%	100%	92%	97%
19	19	62	\$ 9,754.04	\$ 8,323.63	\$ 9,943.96	\$9,340.55	98%	100%	93%	97%
20	19	63	\$ 9,780.52	\$ 8,529.92	\$ 10,993.10	\$9,767.85	98%	100%	93%	97%

21	20	59	\$ 8,639.14	\$ 8,065.66	\$ 10,967.50	\$9,224.10	98%	100%	91%	96%
22	20	60	\$ 9,415.34	\$ 8,202.11	\$ 11,033.31	\$9,550.25	97%	100%	92%	96%
23	20	61	\$ 9,618.10	\$ 8,262.87	\$ 9,891.27	\$9,257.41	98%	100%	92%	97%
24	20	62	\$ 9,696.77	\$ 8,323.63	\$ 9,943.96	\$9,321.45	98%	100%	93%	97%
25	20	63	\$ 9,814.80	\$ 8,384.39	\$ 10,993.10	\$9,730.76	98%	100%	93%	97%

4.4.2.9 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN212829

Dengan langkah yang sama dengan perhitungan suku cadang IN 212068, dilakukan simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN21289 dengan pendekatan *periodic review (R, s, S) system*. Tabel 4.42 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN212829 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S, dengan data *demand* histori. Nilai s sebesar 58 hingga 62, dan nilai S sebesar 462 hingga 466.

Tabel 4.42 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN212829

Ekspe- rimen	Nilai s	Nilai S	Biaya Penyimpanan	Biaya Pemesanan	Biaya Pembelian	Total Cost	Service Level
Histori	60	464	\$ 444.93	\$ 300.00	\$ 1,000.00	\$ 1,744.93	84%
1	58	462	\$ 267.93	\$ 200.00	\$ 912.00	\$ 1,379.93	96%
2	58	463	\$ 268.89	\$ 200.00	\$ 913.00	\$ 1,381.89	96%
3	58	464	\$ 269.85	\$ 200.00	\$ 914.00	\$ 1,383.85	96%
4	58	465	\$ 270.81	\$ 200.00	\$ 915.00	\$ 1,385.81	96%
5	58	466	\$ 271.77	\$ 200.00	\$ 916.00	\$ 1,387.77	96%
6	59	462	\$ 267.93	\$ 200.00	\$ 912.00	\$ 1,379.93	96%
7	59	463	\$ 268.89	\$ 200.00	\$ 913.00	\$ 1,381.89	96%
8	59	464	\$ 269.85	\$ 200.00	\$ 914.00	\$ 1,383.85	96%
9	59	465	\$ 270.81	\$ 200.00	\$ 915.00	\$ 1,385.81	96%
10	59	466	\$ 271.77	\$ 200.00	\$ 916.00	\$ 1,387.77	96%
11	60	462	\$ 267.93	\$ 200.00	\$ 912.00	\$ 1,379.93	96%
12	60	463	\$ 268.89	\$ 200.00	\$ 913.00	\$ 1,381.89	96%
13	60	464	\$ 269.85	\$ 200.00	\$ 914.00	\$ 1,383.85	96%
14	60	465	\$ 270.81	\$ 200.00	\$ 915.00	\$ 1,385.81	96%
15	60	466	\$ 271.77	\$ 200.00	\$ 916.00	\$ 1,387.77	96%
16	61	462	\$ 267.93	\$ 200.00	\$ 912.00	\$ 1,379.93	96%
17	61	463	\$ 268.89	\$ 200.00	\$ 913.00	\$ 1,381.89	96%
18	61	464	\$ 269.85	\$ 200.00	\$ 914.00	\$ 1,383.85	96%
19	61	465	\$ 270.81	\$ 200.00	\$ 915.00	\$ 1,385.81	96%
20	61	466	\$ 271.77	\$ 200.00	\$ 916.00	\$ 1,387.77	96%
21	62	462	\$ 267.93	\$ 200.00	\$ 912.00	\$ 1,379.93	96%
22	62	463	\$ 268.89	\$ 200.00	\$ 913.00	\$ 1,381.89	96%
23	62	464	\$ 269.85	\$ 200.00	\$ 914.00	\$ 1,383.85	96%
24	62	465	\$ 270.81	\$ 200.00	\$ 915.00	\$ 1,385.81	96%
25	62	466	\$ 271.77	\$ 200.00	\$ 916.00	\$ 1,387.77	96%

Kemudian dilakukan simulasi perhitungan dengan kombinasi nilai s dan S menggunakan 3 replikasi data *demand* hasil pembangkitan data acak *monte carlo*.

Tabel 4.43 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN212829 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , serta kombinasi data *demand* dari hasil data pembangkitan bilangan acak dengan *monte carlo*.

Tabel 4.43 Hasil Perhitungan Simulasi IN212829

Ekspe- rimen	Nilai s (ROP)	Nilai S (Max Stock)	TOTAL COST				SERVICE LEVEL			
			Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata-Rata	Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata- Rata
1	58	462	\$ 1,384.66	\$ 1,377.72	\$ 1,379.11	\$1,380.49	100%	100%	95%	98%
2	58	463	\$ 1,431.41	\$ 1,379.68	\$ 1,382.52	\$1,397.87	100%	100%	95%	98%
3	58	464	\$ 1,433.37	\$ 1,381.64	\$ 1,385.94	\$1,400.31	100%	100%	95%	98%
4	58	465	\$ 1,435.33	\$ 1,383.59	\$ 1,389.35	\$1,402.76	100%	100%	95%	98%
5	58	466	\$ 1,437.29	\$ 1,385.55	\$ 1,392.76	\$1,405.20	100%	100%	95%	98%
6	59	462	\$ 1,384.66	\$ 1,377.72	\$ 1,379.11	\$1,380.49	100%	100%	95%	98%
7	59	463	\$ 1,386.61	\$ 1,379.68	\$ 1,382.52	\$1,382.94	100%	100%	95%	98%
8	59	464	\$ 1,433.37	\$ 1,381.64	\$ 1,385.94	\$1,400.31	100%	100%	95%	98%
9	59	465	\$ 1,435.33	\$ 1,383.59	\$ 1,389.35	\$1,402.76	100%	100%	95%	98%
10	59	466	\$ 1,437.29	\$ 1,385.55	\$ 1,392.76	\$1,405.20	100%	100%	95%	98%
11	60	462	\$ 1,384.66	\$ 1,377.72	\$ 1,379.11	\$1,380.49	100%	100%	95%	98%
12	60	463	\$ 1,386.61	\$ 1,379.68	\$ 1,382.52	\$1,382.94	100%	100%	95%	98%
13	60	464	\$ 1,388.57	\$ 1,381.64	\$ 1,385.94	\$1,385.38	100%	100%	95%	98%
14	60	465	\$ 1,435.33	\$ 1,383.59	\$ 1,389.35	\$1,402.76	100%	100%	95%	98%
15	60	466	\$ 1,437.29	\$ 1,385.55	\$ 1,392.76	\$1,405.20	100%	100%	95%	98%
16	61	462	\$ 1,384.66	\$ 1,377.72	\$ 1,379.11	\$1,380.49	100%	100%	95%	98%
17	61	463	\$ 1,386.61	\$ 1,379.68	\$ 1,382.52	\$1,382.94	100%	100%	95%	98%
18	61	464	\$ 1,388.57	\$ 1,381.64	\$ 1,385.94	\$1,385.38	100%	100%	95%	98%
19	61	465	\$ 1,390.53	\$ 1,383.59	\$ 1,389.35	\$1,387.83	100%	100%	95%	98%
20	61	466	\$ 1,437.29	\$ 1,385.55	\$ 1,392.76	\$1,405.20	100%	100%	95%	98%
21	62	462	\$ 1,384.66	\$ 1,377.72	\$ 1,379.11	\$1,380.49	100%	100%	95%	98%
22	62	463	\$ 1,386.61	\$ 1,379.68	\$ 1,382.52	\$1,382.94	100%	100%	95%	98%
23	62	464	\$ 1,388.57	\$ 1,381.64	\$ 1,385.94	\$1,385.38	100%	100%	95%	98%
24	62	465	\$ 1,390.53	\$ 1,383.59	\$ 1,389.35	\$1,387.83	100%	100%	95%	98%
25	62	466	\$ 1,392.49	\$ 1,385.55	\$ 1,392.76	\$1,390.27	100%	100%	95%	98%

4.4.2.10 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN213485

Dengan langkah yang sama dengan perhitungan suku cadang IN 212068, dilakukan simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN213485 dengan pendekatan *periodic review (R, s, S) system*. Tabel 4.44 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN213485 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , dengan data *demand* histori. Nilai s sebesar 37 hingga 41, dan nilai S sebesar 65 hingga 69.

Tabel 4.44 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN213485

Ekspe- rimen	Nilai s	Nilai S	Biaya Penyimpanan	Biaya Pemesanan	Biaya Pembelian	Total Cost	Service Level
Histori	39	67	\$ 17,857.13	\$ 1,100.00	\$ 80,460.00	\$ 99,417.13	77%
1	37	65	\$ 6,497.89	\$ 1,200.00	\$ 76,545.00	\$ 84,242.89	81%
2	37	66	\$ 6,302.64	\$ 1,100.00	\$ 76,680.00	\$ 84,082.64	81%
3	37	67	\$ 6,432.08	\$ 1,100.00	\$ 76,815.00	\$ 84,347.08	81%
4	37	68	\$ 6,561.51	\$ 1,100.00	\$ 76,950.00	\$ 84,611.51	82%
5	37	69	\$ 6,690.94	\$ 1,100.00	\$ 77,085.00	\$ 84,875.94	82%
6	38	65	\$ 6,232.44	\$ 1,200.00	\$ 76,545.00	\$ 83,977.44	81%
7	38	66	\$ 6,627.32	\$ 1,200.00	\$ 76,680.00	\$ 84,507.32	81%
8	38	67	\$ 6,432.08	\$ 1,100.00	\$ 76,815.00	\$ 84,347.08	81%
9	38	68	\$ 6,561.51	\$ 1,100.00	\$ 76,950.00	\$ 84,611.51	82%
10	38	69	\$ 6,690.94	\$ 1,100.00	\$ 77,085.00	\$ 84,875.94	82%
11	39	65	\$ 6,232.44	\$ 1,200.00	\$ 76,545.00	\$ 83,977.44	81%
12	39	66	\$ 6,361.88	\$ 1,200.00	\$ 76,680.00	\$ 84,241.88	81%
13	39	67	\$ 6,756.75	\$ 1,200.00	\$ 76,815.00	\$ 84,771.75	81%
14	39	68	\$ 6,561.51	\$ 1,100.00	\$ 76,950.00	\$ 84,611.51	82%
15	39	69	\$ 6,690.94	\$ 1,100.00	\$ 77,085.00	\$ 84,875.94	82%
16	40	65	\$ 6,232.44	\$ 1,200.00	\$ 76,545.00	\$ 83,977.44	81%
17	40	66	\$ 6,361.88	\$ 1,200.00	\$ 76,680.00	\$ 84,241.88	81%
18	40	67	\$ 6,491.31	\$ 1,200.00	\$ 76,815.00	\$ 84,506.31	81%
19	40	68	\$ 6,886.18	\$ 1,200.00	\$ 76,950.00	\$ 85,036.18	82%
20	40	69	\$ 6,690.94	\$ 1,100.00	\$ 77,085.00	\$ 84,875.94	82%
21	41	65	\$ 6,232.44	\$ 1,200.00	\$ 76,545.00	\$ 83,977.44	81%
22	41	66	\$ 6,361.88	\$ 1,200.00	\$ 76,680.00	\$ 84,241.88	81%
23	41	67	\$ 6,491.31	\$ 1,200.00	\$ 76,815.00	\$ 84,506.31	81%
24	41	68	\$ 6,620.74	\$ 1,200.00	\$ 76,950.00	\$ 84,770.74	82%
25	41	69	\$ 7,015.61	\$ 1,200.00	\$ 77,085.00	\$ 85,300.61	82%

Kemudian dilakukan simulasi perhitungan dengan kombinasi nilai s dan S menggunakan 3 replikasi data *demand* hasil pembangkitan data acak *monte carlo*. Tabel 4.45 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN213485 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S, serta kombinasi data *demand* dari hasil data pembangkitan bilangan acak dengan *monte carlo*.

Tabel 4.45 Hasil Perhitungan Simulasi IN213485

Ekspe- rimen	Nilai s (ROP)	Nilai S (Max Stock)	TOTAL COST				SERVICE LEVEL			
			Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata-Rata	Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata- Rata
1	37	65	\$ 97,200.63	\$ 89,714.44	\$ 105,097.89	\$ 97,337.65	92%	89%	90%	91%
2	37	66	\$ 97,467.25	\$ 90,025.85	\$ 105,366.71	\$ 97,619.94	93%	90%	91%	91%
3	37	67	\$ 97,306.09	\$ 90,305.64	\$ 100,727.40	\$ 96,113.04	90%	90%	87%	89%
4	37	68	\$ 97,572.72	\$ 90,585.43	\$ 100,996.22	\$ 96,384.79	91%	91%	87%	90%
5	37	69	\$ 97,618.69	\$ 90,865.21	\$ 101,265.04	\$ 96,582.98	91%	91%	87%	90%
6	38	65	\$ 97,200.63	\$ 89,714.44	\$ 105,097.89	\$ 97,337.65	92%	89%	90%	91%
7	38	66	\$ 97,467.25	\$ 89,987.64	\$ 105,366.71	\$ 97,607.20	93%	90%	91%	91%
8	38	67	\$ 97,733.88	\$ 90,305.64	\$ 105,635.53	\$ 97,891.68	93%	90%	91%	92%

9	38	68	\$ 97,572.72	\$ 90,585.43	\$ 100,996.22	\$ 96,384.79	91%	91%	87%	90%
10	38	69	\$ 97,618.69	\$ 90,865.21	\$ 101,265.04	\$ 96,582.98	91%	91%	87%	90%
11	39	65	\$ 97,200.63	\$ 89,714.44	\$ 105,097.89	\$ 97,337.65	92%	89%	90%	91%
12	39	66	\$ 97,467.25	\$ 89,987.64	\$ 105,366.71	\$ 97,607.20	93%	90%	91%	91%
13	39	67	\$ 97,733.88	\$ 90,305.64	\$ 105,635.53	\$ 97,891.68	93%	90%	91%	92%
14	39	68	\$ 98,000.50	\$ 90,585.43	\$ 105,904.34	\$ 98,163.42	94%	91%	92%	92%
15	39	69	\$ 97,839.34	\$ 90,865.21	\$ 101,265.04	\$ 96,656.53	92%	91%	87%	90%
16	40	65	\$ 97,200.63	\$ 89,714.44	\$ 105,097.89	\$ 97,337.65	92%	89%	90%	91%
17	40	66	\$ 97,467.25	\$ 89,987.64	\$ 105,366.71	\$ 97,607.20	93%	90%	91%	91%
18	40	67	\$ 97,733.88	\$ 90,260.85	\$ 105,635.53	\$ 97,876.75	93%	90%	91%	92%
19	40	68	\$ 98,000.50	\$ 90,585.43	\$ 105,904.34	\$ 98,163.42	94%	91%	92%	92%
20	40	69	\$ 98,267.13	\$ 90,865.21	\$ 106,173.16	\$ 98,435.17	94%	91%	92%	92%
21	41	65	\$ 97,465.16	\$ 93,673.34	\$ 105,626.95	\$ 98,921.82	92%	89%	94%	92%
22	41	66	\$ 97,467.25	\$ 89,987.64	\$ 105,366.71	\$ 97,607.20	93%	90%	91%	91%
23	41	67	\$ 97,733.88	\$ 90,260.85	\$ 105,635.53	\$ 97,876.75	93%	90%	91%	92%
24	41	68	\$ 98,000.50	\$ 90,585.43	\$ 105,904.34	\$ 98,163.42	94%	91%	92%	92%
25	41	69	\$ 98,267.13	\$ 90,865.21	\$ 106,173.16	\$ 98,435.17	94%	91%	92%	92%

4.4.2.11 Simulasi Perhitungan Persediaan dan Pemesanan IN210114

Dengan langkah yang sama dengan perhitungan suku cadang IN 212068, dilakukan simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN210114 dengan pendekatan *periodic review (R, s, S) system*. Tabel 4.46 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN210114 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S, dengan data *demand* histori. Nilai s sebesar 16 hingga 20, dan nilai S sebesar 33 hingga 37.

Tabel 4.46 Hasil Perhitungan Simulasi s dan S IN210114

Ekspe- rimen	Nilai s	Nilai S	Biaya Penyimpanan	Biaya Pemesanan	Biaya Pembelian	Total Cost	Service Level
Histori	18	35	\$ 936.48	\$ 1,100.00	\$ 72,878.00	\$ 74,914.48	61%
1	16	33	\$ 4,933.84	\$ 1,500.00	\$ 80,277.92	\$ 86,711.76	96%
2	16	34	\$ 4,846.39	\$ 1,300.00	\$ 80,502.16	\$ 86,648.55	96%
3	16	35	\$ 5,196.20	\$ 1,300.00	\$ 80,726.40	\$ 87,222.60	96%
4	16	36	\$ 5,418.48	\$ 1,300.00	\$ 80,950.64	\$ 87,669.12	97%
5	16	37	\$ 5,640.76	\$ 1,300.00	\$ 81,174.88	\$ 88,115.64	97%
6	17	33	\$ 5,039.51	\$ 1,500.00	\$ 80,277.92	\$ 86,817.43	96%
7	17	34	\$ 5,148.83	\$ 1,500.00	\$ 80,502.16	\$ 87,150.99	96%
8	17	35	\$ 5,065.02	\$ 1,300.00	\$ 80,726.40	\$ 87,091.42	96%
9	17	36	\$ 5,418.48	\$ 1,300.00	\$ 80,950.64	\$ 87,669.12	97%
10	17	37	\$ 5,640.76	\$ 1,300.00	\$ 81,174.88	\$ 88,115.64	97%
11	18	33	\$ 5,116.04	\$ 1,500.00	\$ 80,277.92	\$ 86,893.96	96%
12	18	34	\$ 5,254.50	\$ 1,500.00	\$ 80,502.16	\$ 87,256.66	96%
13	18	35	\$ 5,196.20	\$ 1,400.00	\$ 80,726.40	\$ 87,322.60	96%
14	18	36	\$ 5,418.48	\$ 1,300.00	\$ 80,950.64	\$ 87,669.12	97%
15	18	37	\$ 5,640.76	\$ 1,300.00	\$ 81,174.88	\$ 88,115.64	97%
16	19	33	\$ 5,075.95	\$ 1,500.00	\$ 80,277.92	\$ 86,853.87	96%
17	19	34	\$ 5,331.03	\$ 1,500.00	\$ 80,502.16	\$ 87,333.19	96%

18	19	35	\$ 5,469.49	\$ 1,500.00	\$ 80,726.40	\$ 87,695.89	96%
19	19	36	\$ 5,414.84	\$ 1,400.00	\$ 80,950.64	\$ 87,765.48	97%
20	19	37	\$ 5,640.76	\$ 1,300.00	\$ 81,174.88	\$ 88,115.64	97%
21	20	33	\$ 5,156.12	\$ 1,600.00	\$ 77,811.28	\$ 84,567.40	96%
22	20	34	\$ 5,290.94	\$ 1,500.00	\$ 80,502.16	\$ 87,293.10	96%
23	20	35	\$ 5,546.02	\$ 1,500.00	\$ 80,726.40	\$ 87,772.42	96%
24	20	36	\$ 5,491.36	\$ 1,500.00	\$ 80,950.64	\$ 87,942.00	97%
25	20	37	\$ 5,771.94	\$ 1,400.00	\$ 81,174.88	\$ 88,346.82	97%

Kemudian dilakukan simulasi perhitungan dengan kombinasi nilai s dan S menggunakan 3 replikasi data *demand* hasil pembangkitan data acak *monte carlo*. Tabel 4.47 merupakan hasil perhitungan dari simulasi perhitungan persediaan dan pemesanan suku cadang IN210114 dengan menggunakan kombinasi nilai s dan S , serta kombinasi data *demand* dari hasil data pembangkitan bilangan acak dengan *monte carlo*.

Tabel 4.47 Hasil Perhitungan Simulasi IN210114

Ekspe- rimen	Nilai s (ROP)	Nilai S (Max Stock)	TOTAL COST				SERVICE LEVEL			
			Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata-Rata	Demand Replikasi 1	Demand Replikasi 2	Demand Replikasi 3	Rata- Rata
1	16	33	\$ 86,688.56	\$ 61,114.75	\$ 89,654.35	\$ 79,152.56	85%	100%	91%	92%
2	16	34	\$ 87,091.35	\$ 60,165.16	\$ 89,300.96	\$ 78,852.49	86%	100%	92%	93%
3	16	35	\$ 89,334.10	\$ 60,604.39	\$ 89,986.29	\$ 79,974.93	85%	100%	94%	93%
4	16	36	\$ 85,144.80	\$ 60,652.11	\$ 89,500.39	\$ 78,432.43	86%	100%	95%	93%
5	16	37	\$ 85,323.70	\$ 62,132.38	\$ 89,939.62	\$ 79,131.90	86%	100%	95%	94%
6	17	33	\$ 89,162.14	\$ 61,404.24	\$ 89,315.12	\$ 79,960.50	85%	100%	91%	92%
7	17	34	\$ 87,135.08	\$ 61,553.98	\$ 90,111.80	\$ 79,600.29	86%	100%	93%	93%
8	17	35	\$ 87,537.87	\$ 60,604.39	\$ 89,986.29	\$ 79,376.19	87%	100%	94%	93%
9	17	36	\$ 89,824.35	\$ 61,043.62	\$ 90,381.80	\$ 80,416.59	85%	100%	95%	93%
10	17	37	\$ 85,558.53	\$ 61,091.34	\$ 89,939.62	\$ 78,863.16	87%	100%	95%	94%
11	18	33	\$ 89,162.14	\$ 61,404.24	\$ 89,528.08	\$ 80,031.49	85%	100%	92%	92%
12	18	34	\$ 89,601.37	\$ 61,843.47	\$ 89,772.57	\$ 80,405.80	85%	100%	93%	93%
13	18	35	\$ 87,581.60	\$ 61,993.21	\$ 90,569.25	\$ 80,048.02	87%	100%	94%	93%
14	18	36	\$ 90,121.12	\$ 61,043.62	\$ 90,440.10	\$ 80,534.95	87%	100%	95%	94%
15	18	37	\$ 90,325.52	\$ 61,482.85	\$ 90,821.03	\$ 80,876.47	86%	100%	95%	94%
16	19	33	\$ 88,106.53	\$ 60,326.76	\$ 89,692.06	\$ 79,375.12	89%	100%	92%	94%
17	19	34	\$ 89,601.37	\$ 61,843.47	\$ 89,772.57	\$ 80,405.80	85%	100%	93%	93%
18	19	35	\$ 89,993.23	\$ 62,282.70	\$ 90,230.02	\$ 80,835.32	86%	100%	94%	93%
19	19	36	\$ 88,028.12	\$ 62,432.44	\$ 91,023.05	\$ 80,494.54	87%	100%	95%	94%
20	19	37	\$ 90,365.61	\$ 61,482.85	\$ 90,879.33	\$ 80,909.26	86%	100%	95%	94%
21	20	33	\$ 88,428.81	\$ 60,326.76	\$ 89,662.91	\$ 79,472.83	89%	100%	97%	95%
22	20	34	\$ 88,549.41	\$ 60,765.99	\$ 89,936.55	\$ 79,750.65	90%	100%	93%	94%
23	20	35	\$ 90,040.60	\$ 62,282.70	\$ 90,230.02	\$ 80,851.11	86%	100%	94%	93%
24	20	36	\$ 90,406.96	\$ 62,721.93	\$ 90,683.82	\$ 81,270.90	87%	100%	95%	94%
25	20	37	\$ 90,618.65	\$ 62,871.67	\$ 91,462.29	\$ 81,650.87	88%	100%	95%	94%

4.5 Analisa Hasil Perhitungan

Pada subbab ini akan dilakukan dijelaskan mengenai hasil pengendalian persediaan dengan kebijakan *existing* dengan pengendalian persediaan dengan pendekatan *periodic review* (R, s, s) *system*. Pada subbab sebelumnya telah dilakukan perhitungan persediaan dan pemesanan dengan kebijakan *existing* dan pendekatan *periodic review* (R, s, S) *system* sehingga didapatkan hasil dari kedua perhitungan tersebut. Dengan membandingkan hasil dari perhitungan tersebut, maka dapat diketahui kebijakan persediaan yang lebih baik dari segi total biaya dan nilai *service level*.

4.5.1 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model *Base Stock Periodic Review* (R, s, S) Suku Cadang IN212068

Untuk suku cadang dengan *item number* 212068 pada sistem persediaan *existing* didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$ 52,786.19 dengan *service level* sebesar 95% serta nilai parameter s (*Reorder Point/ROP*) sebesar 13 dan nilai S (*maximum stock*) sebesar 34. Setelah dilakukan simulasi dengan model *base stock periodic review* (R, s, S) menggunakan nilai (s, S) existing (13, 34) dan *periodic review* setiap bulan didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$34,204.86 (turun sebesar \$18,581.33 dibandingkan biaya persediaan kondisi *existing*) serta meningkatkan *service level* menjadi 100% (naik 5% dibandingkan kondisi *existing*). Dengan melakukan simulasi perhitungan menggunakan kombinasi nilai parameter input (s dan S) serta kombinasi *demand* (hasil pembangkitan bilangan acak dengan simulasi *monte carlo*), didapatkan hasil terbaik pada nilai parameter (s, S) sebesar (11, 35) dengan hasil nilai biaya persediaan rata-rata sebesar \$30,858.23 (turun sebesar 42% dibandingkan biaya persediaan pada kondisi *existing*), sedangkan *service level* rata-rata yang maksimum didapatkan nilai sebesar 99% (naik 4% dibandingkan kondisi *existing*).

4.5.2 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model *Base Stock Periodic Review* (R, s, S) Suku Cadang IN230139

Untuk suku cadang dengan *item number* 230139 pada sistem persediaan *existing* didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$2,483.18 dengan *service level* sebesar 94% serta nilai parameter *s* (*Reorder Point/ROP*) sebesar 4 dan nilai *S* (*maximum stock*) sebesar 27. Setelah dilakukan simulasi dengan model *base stock periodic review* (*R, s, S*) menggunakan nilai (*s, S*) *existing* (4, 27) dan *periodic review* setiap bulan didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$2,638.06 (naik sedikit sebesar \$154.87 dibandingkan biaya persediaan kondisi *existing*) serta meningkatkan *service level* menjadi 100% (naik 6% dibandingkan kondisi *existing*). Dengan melakukan simulasi perhitungan menggunakan kombinasi nilai parameter input (*s* dan *S*) serta kombinasi *demand* (hasil pembangkitan bilangan acak dengan simulasi *monte carlo*), didapatkan hasil terbaik pada nilai parameter (*s, S*) sebesar (2, 26) dengan hasil nilai biaya persediaan rata-rata sebesar \$2,298.72 (turun sebesar 7 % dibandingkan biaya persediaan pada kondisi *existing*), sedangkan *service level* rata-rata yang maksimum didapatkan nilai sebesar 98% (naik 4% dibandingkan kondisi *existing*).

4.5.3 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model *Base Stock Periodic Review* (*R, s, S*) Suku Cadang IN243448

Untuk suku cadang dengan *item number* 243448 pada sistem persediaan *existing* didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$3,304.71 dengan *service level* sebesar 66% serta nilai parameter *s* (*Reorder Point/ROP*) sebesar 58 dan nilai *S* (*maximum stock*) sebesar 266. Setelah dilakukan simulasi dengan model *base stock periodic review* (*R, s, S*) menggunakan nilai (*s, S*) *existing* (58, 266) dan *periodic review* setiap bulan didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$4,628.67 (naik sebesar \$1,323.96 dibandingkan biaya persediaan kondisi *existing*) serta meningkatkan *service level* menjadi 91% (naik 25% dibandingkan kondisi *existing*). Kenaikan biaya persediaan ini disebabkan adanya kenaikan biaya pemesanan suku cadang untuk mengurangi *shortage* sehingga nilai *service level* dapat ditingkatkan cukup signifikan. Dengan melakukan simulasi perhitungan menggunakan kombinasi nilai parameter input (*s* dan *S*) serta kombinasi *demand* (hasil pembangkitan bilangan acak dengan

simulasi *monte carlo*), didapatkan hasil terbaik pada nilai parameter (s, S) sebesar (56, 264) dengan hasil nilai biaya persediaan rata-rata sebesar \$3,979.96 (naik sebesar 20 % dibandingkan biaya persediaan pada kondisi *existing*), sedangkan *service level* rata-rata yang maksimum didapatkan nilai sebesar 98% (naik 32% dibandingkan kondisi *existing*). Kenaikan biaya persediaan akibat adanya kenaikan biaya pembelian suku cadang untuk mengurangi *shortage* sehingga bisa meningkatkan *service level* yang cukup signifikan.

4.5.4 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model *Base Stock Periodic Review* (R, s, S) Suku Cadang IN211240

Untuk suku cadang dengan *item number* 211240 pada sistem persediaan *existing* didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$43,091.88 dengan *service level* sebesar 55% serta nilai parameter s (*Reorder Point/ROP*) sebesar 5 dan nilai S (*maximum stock*) sebesar 11. Setelah dilakukan simulasi dengan model *base stock periodic review* (R, s, S) menggunakan nilai (s, S) existing (5, 11) dan *periodic review* setiap bulan didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$48,058.75 (naik sebesar \$4,966.88 dibandingkan biaya persediaan kondisi *existing*) serta meningkatkan *service level* menjadi 99% (naik 44% dibandingkan kondisi *existing*). Kenaikan biaya persediaan ini disebabkan adanya kenaikan biaya pemesanan suku cadang untuk mengurangi *shortage* sehingga nilai *service level* dapat ditingkatkan cukup signifikan. Dengan melakukan simulasi perhitungan menggunakan kombinasi nilai parameter input (s dan S) serta kombinasi *demand* (hasil pembangkitan bilangan acak dengan simulasi *monte carlo*), didapatkan hasil terbaik pada nilai parameter (s, S) sebesar (3, 10) dengan hasil nilai biaya persediaan rata-rata sebesar \$35,045.63 (turun sebesar 19 % dibandingkan biaya persediaan pada kondisi *existing*), sedangkan *service level* rata-rata yang maksimum didapatkan nilai sebesar 100% (naik 45% dibandingkan kondisi *existing*).

4.5.5 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model *Base Stock Periodic Review* (R, s, S) Suku Cadang IN213347

Untuk suku cadang dengan *item number* 213347 pada sistem persediaan *existing* didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$12,292.91 dengan *service level* sebesar 90% serta nilai parameter *s* (*Reorder Point/ROP*) sebesar 18 dan nilai *S* (*maximum stock*) sebesar 61. Setelah dilakukan simulasi dengan model *base stock periodic review* (*R, s, S*) menggunakan nilai (*s, S*) *existing* (18, 61) dan *periodic review* setiap bulan didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$9,688.74 (turun sebesar \$2,604.17 dibandingkan biaya persediaan kondisi *existing*) serta meningkatkan *service level* menjadi 98% (naik 8% dibandingkan kondisi *existing*). Dengan melakukan simulasi perhitungan menggunakan kombinasi nilai parameter input (*s* dan *S*) serta kombinasi *demand* (hasil pembangkitan bilangan acak dengan simulasi *monte carlo*), didapatkan hasil terbaik pada nilai parameter (*s, S*) sebesar (18, 59) dengan hasil nilai biaya persediaan rata-rata sebesar \$9,129.51 (turun sebesar 26 % dibandingkan biaya persediaan pada kondisi *existing*), sedangkan *service level* rata-rata yang maksimum didapatkan nilai sebesar 97% (naik 7% dibandingkan kondisi *existing*).

4.5.6 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model *Base Stock Periodic Review* (*R, s, S*) Suku Cadang IN212829

Untuk suku cadang dengan *item number* 212829 pada sistem persediaan *existing* didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$1,744.93 dengan *service level* sebesar 84% serta nilai parameter *s* (*Reorder Point/ROP*) sebesar 60 dan nilai *S* (*maximum stock*) sebesar 464. Setelah dilakukan simulasi dengan model *base stock periodic review* (*R, s, S*) menggunakan nilai (*s, S*) *existing* (60, 464) dan *periodic review* setiap bulan didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$1,383.85 (turun sebesar \$361.08 dibandingkan biaya persediaan kondisi *existing*) serta meningkatkan *service level* menjadi 96% (naik 12% dibandingkan kondisi *existing*). Dengan melakukan simulasi perhitungan menggunakan kombinasi nilai parameter input (*s* dan *S*) serta kombinasi *demand* (hasil pembangkitan bilangan acak dengan simulasi *monte carlo*), didapatkan hasil terbaik pada nilai parameter (*s, S*) sebesar (58, 462) dengan hasil nilai biaya persediaan rata-rata sebesar \$1,744.93 (turun sebesar 21 % dibandingkan biaya

persediaan pada kondisi *existing*), sedangkan *service level* rata-rata yang maksimum didapatkan nilai sebesar 98% (naik 14% dibandingkan kondisi *existing*).

4.5.7 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model *Base Stock Periodic Review* (R, s, S) Suku Cadang IN213485

Untuk suku cadang dengan *item number* 213485 pada sistem persediaan *existing* didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$99,417.13 dengan *service level* sebesar 77% serta nilai parameter *s* (*Reorder Point/ROP*) sebesar 39 dan nilai *S* (*maximum stock*) sebesar 67. Setelah dilakukan simulasi dengan model *base stock periodic review* (R, s, S) menggunakan nilai (s, S) *existing* (39, 67) dan *periodic review* setiap bulan didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$84,771.75 (turun sebesar \$14,645.38 dibandingkan biaya persediaan kondisi *existing*) serta meningkatkan *service level* menjadi 81% (naik 4% dibandingkan kondisi *existing*). Dengan melakukan simulasi perhitungan menggunakan kombinasi nilai parameter input (s dan S) serta kombinasi *demand* (hasil pembangkitan bilangan acak dengan simulasi *monte carlo*), didapatkan hasil terbaik pada nilai parameter (s, S) sebesar (37, 67) dengan hasil nilai biaya persediaan rata-rata sebesar \$96,113.04 (turun sebesar 3 % dibandingkan biaya persediaan pada kondisi *existing*), sedangkan *service level* rata-rata yang maksimum didapatkan nilai sebesar 92% (naik 15% dibandingkan kondisi *existing*).

4.5.8 Analisa Perbandingan Sistem Persediaan Kondisi Existing dan Simulasi Perhitungan Model *Base Stock Periodic Review* (R, s, S) Suku Cadang IN210114

Untuk suku cadang dengan *item number* 210114 pada sistem persediaan *existing* didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$74,914.48 dengan *service level* sebesar 61% serta nilai parameter *s* (*Reorder Point/ROP*) sebesar 18 dan nilai *S* (*maximum stock*) sebesar 35. Setelah dilakukan simulasi dengan model *base stock periodic review* (R, s, S) menggunakan nilai (s, S) *existing* (18, 35) dan *periodic review* setiap bulan didapatkan hasil perhitungan biaya persediaan sebesar \$87,322.60 (naik sebesar \$12,408.12 dibandingkan biaya persediaan

kondisi *existing*) serta meningkatkan *service level* menjadi 96% (naik 35% dibandingkan kondisi *existing*). Kenaikan biaya persediaan ini disebabkan adanya kenaikan biaya pemesanan suku cadang untuk mengurangi *shortage* sehingga nilai *service level* dapat ditingkatkan cukup signifikan. Dengan melakukan simulasi perhitungan menggunakan kombinasi nilai parameter input (s dan S) serta kombinasi *demand* (hasil pembangkitan bilangan acak dengan simulasi *monte carlo*), didapatkan hasil terbaik pada nilai parameter (s , S) sebesar (16, 37) dengan hasil nilai biaya persediaan rata-rata sebesar \$79,131.90 (naik sebesar 6 % dibandingkan biaya persediaan pada kondisi *existing*), sedangkan *service level* rata-rata yang maksimum didapatkan nilai sebesar 94% (naik 33% dibandingkan kondisi *existing*). Kenaikan biaya persediaan akibat adanya kenaikan biaya pembelian suku cadang untuk mengurangi *shortage* sehingga bisa meningkatkan *service level* yang cukup signifikan.

4.6 Pembahasan

Pengendalian persediaan suku cadang pada penelitian ini menggunakan model *base-stock periodic review* (R , s , S). Simulasi Monte Carlo digunakan untuk pembangkitan nilai acak demand untuk memperbaiki kondisi *existing*. Dengan model yang dikembangkan berupa simulasi persediaan melalui pendekatan *base stock periodic review* (R , s , S) dan simulasi *monte carlo* ini, bisa digunakan perusahaan untuk memperbaiki dan merencanakan kebutuhan persediaan suku cadang yang lebih ekonomis.

Hasil simulasi perhitungan dengan pendekatan (R , s , S) menghasilkan penurunan total biaya dengan peningkatan nilai *service level*. Penurunan total biaya diakibatkan oleh menurunnya biaya penyimpanan dan biaya pembelian sehingga perusahaan lebih baik memesan suku cadang secara berulang-ulang dengan jumlah sedikit daripada harus menyimpan suku cadang dalam jumlah banyak. Dengan peningkatan nilai *service level*, perusahaan dapat meminimalkan terjadinya proses produksi yang terhenti akibat tidak tersedianya suku cadang saat terjadi kerusakan fasilitas produksi. Selain itu dengan nilai *service level* yang tinggi, departemen *maintenance* dapat meminimalkan terjadinya keterlambatan jadwal perawatan fasilitas produksi yang diakibatkan oleh tidak tersedianya suku

cadang sehingga performansi fasilitas produksi dapat terjaga dengan baik. Dengan model yang dikembangkan berupa simulasi persediaan melalui pendekatan *base stock periodic review* (R, s, S) dan simulasi *monte carlo* ini, bisa digunakan perusahaan untuk memperbaiki dan merencanakan kebutuhan persediaan suku cadang yang lebih ekonomis.

Pengendalian persediaan suku cadang dengan menggunakan model *base-stock periodic review* (R, s, S) dan Simulasi Monte Carlo ini dapat diterapkan pada perusahaan sesuai dengan kebutuhan. Penerapan ini dapat dipermudah dengan mengembangkan suatu *prototype* dengan menggunakan *tools* atau *software* untuk memudahkan dalam melakukan simulasi sehingga penggunaan simulasi bisa lebih maksimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang dapat ditarik dari hasil penelitian. Kesimpulan merupakan pernyataan yang menjawab tujuan dari penelitian yang telah dirumuskan di awal. Saran merupakan masukan yang diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, baik untuk tempat penelitian maupun penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai-nilai simulasi menghasilkan total biaya persediaan yang lebih rendah dibandingkan total biaya pada kondisi *existing*. Dari 8 item commodity yang dijadikan sample data didapatkan penurunan total biaya persediaan sebesar antara lain: IN212068 sebesar 42%, IN230139 sebesar 7%, IN211240 sebesar 19%, IN213347 sebesar 26%, IN212829 sebesar 21%, IN213485 sebesar 3%. Untuk 2 suku cadang yang lain mengalami kenaikan yaitu IN243448 sebesar 32% dan IN210114 sebesar 15%, kenaikan ini disebabkan adanya kenaikan biaya pembelian untuk mengurangi *shortage* sehingga bisa meningkatkan *service level* secara signifikan.
2. Perbandingan kebijakan persediaan suku cadang menggunakan pendekatan (R, s, S) system dengan kebijakan *existing* didapatkan hasil bahwa kebijakan dengan pendekatan (R, s, S) system ini dapat dipertimbangkan oleh perusahaan sebagai kebijakan yang lebih baik daripada kebijakan *existing* karena terjadi peningkatan nilai *service level* yang cukup signifikan antara lain: IN212068 sebesar 4%, IN230139 sebesar 4%, IN243448 sebesar 32%, IN211240 sebesar 45%, IN213347 sebesar 7%, IN212829 sebesar 14%, IN213485 sebesar 15%, dan IN210114 sebesar 33%.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini dan dapat digunakan untuk perbaikan dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan model simulasi dengan menggunakan *tools* atau *software* untuk memudahkan dalam melakukan simulasi sehingga penggunaan simulasi bisa lebih maksimal.
2. Sebaiknya perusahaan menggunakan parameter *reorder point* dan *maksimum inventory* dalam proses penyediaan suku cadang sehingga pengendalian persediaan bisa lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Pujawan, I Nyoman dan Mahendrawati, ER** (2010), *Supply Chain Management*, edisi kedua, Guna Widya, Surabaya.
- Porras, Eric dan Dekker, Romert** (2007), “An inventory control system for spare parts at a refinery: An empirical comparison of different re-order point methods”, *European Journal of Operation Research* 184. 101-132.
- Dwianto, Singgih** (2012), *Perancangan Manajemen Persediaan Suku Cadang dengan Metode Klasifikasi Multi-Attribute pada Industri Minyak dan Gas Bumi di Indonesia*, Tesis Master, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Ghobbar, A.A., Friend, C.H.** (2002), “Source of IntermittenDemand for Aircraft Spare Part within Airline Operations”, *Journal of Air Transport Management* 8, 221-231.
- Hidayat, A.F** (2012), *Pengendalian Persediaan Material dengan Pendekatan Continuous Review (s,S) (Studi Kasus: PT PLN Persero APJ Gresik)*, Tesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Hezer, Jay dan Render, Barry** (2008), *Operations Managements*, Ninth Edition, Pearson International Edition.
- Konstantinos Danas, Abdul Roudsari, Panayiotis** (2006), “The applicability of a multi-attribute classification framework in the healthcare industry”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17, pp 772-785.
- Daryus, Asyari** (2007), *Diktat Kuliah Manajemen Pemeliharaan Mesin*, Universitas Darma Persada, Jakarta.
- Botter, Rene & Fortuin, Leonard** (2000), “Stocking Strategy for Service Parts – A Case Study”, *International Journal of Operation & Production Management*, Vol 20. No 6, pp 656-674
- Dhamayanti, A.A.P** (2010), *Pengendalian Persediaan Spare Part Base Transceiver Station (BTS) dengan Pendekatan Base Stock (R,s,S)*, TA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

- Razi, M.A. & Tarn, J.M** (2003), "An Applied Model for Improving Inventory Management in ERP System", *Logistic Information Management*, Vol 16. Number 2 pp.114-124.
- Silver, E.A., Pyke, David F, Peterson, Rein** (1998), *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*, John Wiley & Sons, New York.
- Tersine, R.J.** (1994), *Principles of Inventory and Material Management*, Prentice Hall International Edition, New Jersey.
- Simchi-Levi, D. & Kaminsky, P. & Simchi-Levi, E.** (2003), *Designing and Managing The Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*, Second Edition, McGraw-Hill, Singapore.
- Chalapong, M. & Lazarus, J.** (2011), *Multi-Echelon Inventory Optimization For an Oil Services Company*, Master of Engineering in Logistics, Massachusetts Institute of Technology.
- Krajewski, L., & Ritzman, L.** (2002). *Operations Management.*, Pearson Education Inc., New Jersey
- Jain, K.C. & Agarwal, L.N.** (1980), *Production Planning Control and Industrial Management*, Khanna Publish, New Delhi.
- Wittwer, J.W.** (2004), *Monte Carlo Simulation Basics*, <http://www.vertex42.com/ExcelArticles/mc/MonteCarloSimulation.html>
- Djati, B.S.L.** (2007), *Simulasi: Teori & Aplikasinya*, Andi Publisher, Yogyakarta.
- Labeau, P. E., and Zio, E.,** (2002), "Procedures of Monte Carlo Transport Simulation for Applications in System Engineering," *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 77, hal. 217-228.
- Jauhari, W.A.,** 2006, *Tingkat Persediaan Spare Part Forklift Merek Komatsu dengan Pendekatan Model Persediaan Single Item*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Kurniawati, D.,** 2010, *Pemilihan Metode Pengendalian Persediaan Material Berdasarkan Karakteristik Pola Pemakaian dan Lead Time Pemesanan Material*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- R.H., Teunter; A.A., Syntetos;M.Z. Babai,** (2009), "Determining order-up-to levels under periodic review for compound binomial (intermittent) demand", *European Journal of Operational Research* 203, (2010) 619-624.

BIOGRAFI PENULIS



Edi Triono dilahirkan di Lumajang pada tanggal 5 Januari 1976. Penulis telah menempuh pendidikan formal di Lumajang yakni SDN Tompokersan 1 Lumajang, SMP Negeri 1 Lumajang, SMA Negeri 2 Lumajang. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Brawijaya Malang pada tahun (1995 – 2000). Saat ini, penulis masih bekerja di Chevron Indonesia Company. Setelah lulus S1, penulis melanjutkan kuliah S2 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Program Studi Magister Manajemen Teknologi Bidang Keahlian Manajemen Industri pada tahun 2014. Melalui penelitian ini, maka penulis telah menyelesaikan studi di Magister Manajemen Teknologi Institut Teknologi Sepuluh Nopember.